DIE NATURWISSENSCHAFTEN

23. Jahrgang | 8. März 1935 | Heft 10

Sven Hedin siebzig Jahre.

Am 19. Februar dieses Jahres beging SVEN HEDIN seinen siebzigsten Geburtstag, wohl ein Anlaß, des bisherigen Werkes eines Mannes zu gedenken, der der Welt die Kenntnis des Herzstückes der größten Landmasse der Erde recht eigentlich erschlossen hat. Gewiß sind auch andere dort gereist und haben sich eingesetzt, und HEDIN selber in seiner bescheidenen, jeder Reklame abholden Art wäre sicher der letzte, der ihre Verdienste schmälern wollte. Aber so umfassend wie er ist keiner; seine Karte von Zentralasien im Maßstab 1:1000000 beruht unbestreitbar wesentlich auf seiner Forschung. Gewaltig sind die Grenzen seines Forscherreichs. Als Zentralgebiet das Tarim-Becken und das tibetische Hochland bis zur Mauer des Himalaja, das Pamir-Hochland und die Achse des Kontinents, der Kuenlun. Und von dieser Mitte ausstrahlend die breiten Zugangswege: vom Abendlande her durch Persien, dem Land seiner ersten Reise, wo er „an der Schwelle Innerasiens" stand; von Indien im Süden und von China im Osten. Sieht man über das Gesamtbild dieser Reisen hin, dann ersteht vor dem schauenden Auge nicht nur der entbehrende und beglückte Mann, der in den Einsamkeiten und in der Gewalt dieser unendlichen und großen Natur forschend dahinzieht, als einzigen Kraftquell eine innere Gläubigkeit mit sich tragend. Dahinter erhebt sich vielmehr aus dem Dämmer der Vergangenheit, aus Staub und Schutt der Wüste ein Stück menschlicher Geschichte, das er entschleiern half. Mitten in der Wüste fand er die Ruinen einst blühender Oasenreiche, die eng mit dem Leben der Natur verknüpft waren, von ihr einst genährt und auch mitleidslos dem Vergehen preisgegeben. Es sind die Wege mächtiger Kulturströme, deren Spuren er folgt: dem hellenistischen Griechentum von Westen, dem indischen Buddhismus von Süden, der chinesisch-mongolischen Kultur von Osten; und er findet ihre wunderbare Verknotung und Vermischung im Herzen des Kontinents.

Von 1886, als er, aus seiner Hauslehrertätigkeit in Südrußland heraus, zum erstenmal nach Persien zog, bis 1909, als er von seiner großartigsten Reise nach Stockholm zurückkehrte, reicht die erste Periode seiner Forschungen. Auf jede Reise folgten arbeitsreiche Jahre, in denen er die Ergebnisse in zahlreichen Reisewerken niederlegte. Darunter sind inhaltschwere Werke wie die Scientific Results of a Journey in Central Asia und das zwölfbändige Southern Tibet, aber auch manches kleinere volkstümliche Buch, das er schreiben mußte, um mit dem Erlös zu den großen Kosten seiner Expeditionen und wissenschaftlichen Veröffentlichungen beizusteuern. Es folgte der Krieg, der ihn an alle deutschen Fronten führte und mächtig ergriff; dann eine Reise um die Welt. Und darauf überraschend ein Buch: „Mein Leben als Entdecker", eine rückschauende wissenschaftliche Selbstbiographie – seltsam bei einem Manne, der, wie die folgenden Jahre lehrten, doch noch nicht abschließen wollte. Aber solche Besinnungen bedeuten immer etwas, und in der Tat liegt hier ein Abschnitt seines Forscherlebens.

Dem Gegenstand seiner Arbeit bleibt er treu, aber die Methode wird anders. Schon bei der Ausarbeitung seiner bisherigen Reisen hatte HEDIN Fachgelehrte beteiligt, Geologen und Meteorologen, Botaniker, Archäologen und Sprachwissenschaftler. Jetzt zieht er sie auch zu den Forschungen selber heran und zeigt sich als Organisator großen Stils. Bisher hatte er gesammelt, die Probleme aufgespürt, verfolgt und immer weitere Verzweigungen entdeckt. Das gab ihm die Überschau, die, so mit Anschauung und Erleben verbunden, keiner besaß. Diese große zusammenhängende Folge von Forschungen, die daraus erwuchs, war etwas ganz Neues. Seit 1927 wurde eine Reihe von Einzelexpeditionen teils gleichzeitig, teils nacheinander eingesetzt, alle in einen gemeinsamen Rahmen gespannt, von schwedischen, deutschen und chinesischen Forschern ausgeführt. Dauerstationen für jahrelange Beobachtungen mitten in Innerasien wurden eingerichtet, wie z. B. die meteorologische Station des Deutschen HAUDE im Edsingol-Delta, die ungeahnte Aufschlüsse über atmosphärische Verhältnisse lieferte, die für die Klimagestaltung eines Kontinents bestimmend sind. Ein packendes Bild davon, wie diese Einzelexpeditionen arbeiten, gab der Vortrag eines seiner schwedischen Mitarbeiter, N. G. HÖRNER, aus Upsala, in der Berliner Gesellschaft für Erdkunde, über den in ds. Z. 1935, H. 11 berichtet werden wird. Er gibt auch den Geist der Zusammenarbeit wieder, der das ganze große Unternehmen beseelt, das unbedingte und freudige Anerkennen der leitenden Persönlichkeit, das in den damals schon zitierten Schlußworten HÖRNERS einen klaren, männlichen Ausdruck fand: HEDIN alle Ehre!

HEDIN zog auch selber hinaus, aber er weilt nicht dauernd im Expeditionsgebiet, sondern hält die Verbindung mit Europa aufrecht; einmal zwang ihn auch Krankheit zurück. Immer aber war er der leitende, erfahrene Geist, der die Fäden des Ganzen in der Hand hielt. Methodisch bedeutet diese Unternehmung einen gewaltigen Schritt, vom Entdecken zum systematischen Durchforschen. So werden auch die Ergebnisse in ihrer Gesamtheit eine tiefe Durchleuchtung des Bildes sein, das sich in diesem Geiste aufbaut, und das er uns, so hoffen wir, noch einmal in einer großen Synthese schenken wird. Daß ihm das Schicksal dazu noch lange Jahre der Schaffenskraft und -freudigkeit gewähren möge, ist unser Wunsch zu seinem Eintritt in das achte Jahrzehnt seines Lebens. KURT KAEHNE.

Versuche über die Wahrnehmungsgrenze des Insektenauges.

Von W. VON BUDDENBROCK, Kiel.

Während es sehr zahlreiche Untersuchungen gibt über die Unterschiedsempfindlichkeit verschiedener anderer Tiergruppen, beschäftigt sich erst eine einzige Arbeit mit dem gleichen Problem bei den Insekten (E. WOLF 1934). Seine Befunde an der Honigbiene gaben mir die Anregung, mit einer anderen Technik verschiedene weitere Insekten zu untersuchen. Das Resultat dieser im September 1934 ausgeführten Studien liegt hier vor.

Soviel ich sehe, sind bisher zwei Methoden erdacht worden, um die Unterschiedsschwelle für verschieden starke Reizlichter bei niederen Tieren festzustellen. Man kann entweder zwei verschiedene Helligkeiten nacheinander wirken lassen und beobachten, ob das Tier auf eine bestimmte Verringerung des Lichtes anspricht. Diese Methode ist vor allem bei Tieren angewendet worden, die den sog. Schattenreflex besitzen. Die zweite Methode beruht auf den sog. optomotorischen Reaktionen, die zum ersten Male von RADL 1903 studiert wurden: Die meisten Arthropoden reagieren auf die Drehung eines gemusterten Zylinders, in dessen Mitte sie ruhend sich befinden, mit Mitbewegungen des Auges, des Kopfes oder des Körpers. Indem man den Zylinder aus Streifen zusammensetzt, die sich voneinander nur durch ihre Helligkeit unterscheiden, kann man den minimalen Unterschied feststellen, auf den das Tier gerade noch anspricht. Diese Methode ist in ihrer Grundform bisher auch noch nicht praktisch erprobt worden. Eine Variante von ihr hat aber WOLF bei der Biene benutzt, indem er statt des Zylinders eine Opalglasplatte anwandte, auf deren Unterseite schwarze Streifen sich befinden. Indem man die Platte zugleich mit auffallendem und mit durchfallendem Licht beschickt, kann man den Helligkeitsunterschied zwischen den weißen und den mit Schwarz unterklebten Streifen beliebig variieren. Die Biene reagiert auf Hin- und Herbewegung der Platte. WOLF findet bei der Biene eine erstaunliche Stumpfheit des Unterscheidungsvermögens, das er selbst im optimalen Falle für zwanzigmal so schlecht hält, wie das des Menschen. Da die WOLFsche Apparatur recht kompliziert ist, interessierte es mich, ob man mit einer möglichst einfachen, übersichtlicheren Anordnung das gleiche Resultat bekäme. Zugleich wollte ich sehen, ob die von WOLF beobachtete geringe Empfindlichkeit auch bei anderen Insekten anzutreffen sei.

Die hier angewandte neue Methode ist zum ersten Male in einer noch ungedruckten Arbeit von Frl. BROEKER über das Sehvermögen des Einsiedlerkrebses zur Anwendung gelangt. Der Grundgedanke ist folgender: Das einzelne Ommatidium kann als Seheinheit nur auf Verdunklung oder auf Erhellung ansprechen. Eine derartige Verdunklung — um bei dieser zu bleiben — ist nun keineswegs nur erzielbar durch Gegenstände, die das Gesichtsfeld des Ommatidiums ganz erfüllen, sondern auch durch alle Dinge, die nur einen Teil des einfallenden Lichtes wegnehmen. Bei Benutzung des gebräuchlichen optomotorischen Drehzylinders kann man daher äußerst schmale schwarze Streifen anwenden (s. Fig. 1), und nunmehr prüfen, wie weit bei konstantem Abstand der Streifen die Streifenbreite herabgesetzt werden kann, ohne die Reaktion des Tieres zum Verschwinden zu bringen. Bedingung hierbei ist nur, daß die weißen Zwischenräume zwischen den schwarzen Streifen so breit sind, daß die Sehschärfengrenze des Insekts nicht erreicht wird.

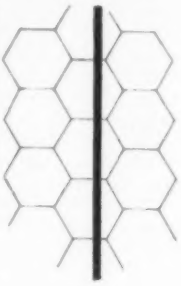


Fig. 1. Schmalstreifen über einFacettenauge hinweggleitend zur Demonstrierung der Größenverhältnisse.

Kennt man die Streifenbreite, den Ommatidiumwinkel und den Winkel, unter dem der Streifen dem Tiere erscheint, so kann man hieraus annähernd die Verdunkelung der Ommatidien errechnen, auf welche das Insekt anspricht.

Ich habe nur Streifen angewandt, die um 30° gegeneinander versetzt waren. Es wurde bei drei verschiedenen Belichtungsstärken gearbeitet (0,6, 13,8 und etwa 200 Lux) und mit 2 Drehtrommeln von 66 und 132 cm Umfang. Die Breite der schwarzen Streifen variierte von 0,1 bis zu 10 mm.

Als Beispiel sei ein Versuchsprotokoll vom Marienkäfer Coccinella septempunctata mitgeteilt (kleine Drehtrommel):

Tabelle 1.

Belichtung	Tier Nr.	Streifenbreite				
		6 mm	4 mm	2 mm	1,2 mm	0,75 mm
Diffuses Tageslicht etwa 200 Lux.	1			+		—
	2			+		—
	3			+		—
	4			+	+ schw.	—
	5			+	?	
	6			+	+	—
	7			+	?	
	8			+	+	—
Dunkelkammer etwa 14 Lux.	1		+	—		
	4		+	—		
	5		+	—		
	6		+	+	+	—
	7		+	?		
	8		+	+	—	
Dunkelkammer etwa 0,6 Lux.	4	+	—?			
	5	+	—			
	6	+	—			
	7	+	—			
	8	+	+	—?		

Aus dem Protokoll ergibt sich, daß die Reaktionsgrenze sehr stark von der Belichtungsstärke

abhängt; dies stimmt völlig mit den Befunden WOLFS bei der Biene überein. Daß die einzelnen Individuen einer Art nicht stets dieselbe Reizschwelle besitzen, ist wohl selbstverständlich.

Eine Prüfung von 4 verschiedenen Insekten: Marienkäfer (*Coccinella septempunctata*), Biene (*Apis mellifica*), Kohlweißling (*Pieris brassicae*) und Schlammfliege (*Eristalis tenax*) ergab nun aber sehr beträchtliche Unterschiede (s. Tabelle 2).

Zur Auswertung der Versuchsergebnisse sei das Folgende bemerkt: Zur Feststellung der Verdunklung müssen wir den Ommatidienwinkel kennen. Die Berechnung des Ommatidienwinkels erfolgte ohne Anwendung der sehr mühsamen und dabei wenig exakten Schnittmethode. Zunächst wird der Durchmesser einer Facette bei Aufsicht auf das Auge mit dem Ocularmikrometer gemessen. Hierauf werden die Umrisse des Auges mit dem Zeichenapparat festgehalten und mit dem Mikrometer der Durchmesser des Auges, wie er bei Dorsalansicht in Erscheinung tritt, ermittelt. Mit Hilfe dieser Maße kann man nunmehr die Ausdehnung der gekrümmten Oberfläche von *A* bis *B* errechnen und hieraus ableiten, wie viele Ommatidien hier nebeneinander Platz haben. Endlich wird der ungefähre Mittelpunkt des Auges aufgesucht. Durch ihn erhält man den Winkel, den der beobachtete Augenteil insgesamt einschließt. Indem man ihn durch die Zahl der vorhandenen Ommatidien dividiert, erhält man die durchschnittliche Größe eines Ommatidienwinkels.

Beispiel: Auge von *Pieris brassicae*. Durchmesser einer Facette 0,024 mm. Die Sehne des Kreisbogens beträgt 1,5 mm. Der Bogen selbst 1,95 mm. Auf dieser Linie haben 81 Ommatidien Platz. Der Augenwinkel ist gleich 148°. Folglich ist der Durchschnittswert eines Ommatidienwinkels 1,8°.

Mit dieser sehr einfachen und doch einigermaßen zuverlässigen Methode wurde der Öffnungswinkel von *Coccinella* zu 2,9° bestimmt, der von *Eristalis* zu 1,3°. Für die Biene beziehe ich mich auf die Angaben von BAUMGAERTNER und nehme einen Durchschnittswert von 1,2° an.

Die in Tabelle 2 eingetragenen Verdunklungen in Prozent sind in der folgenden Weise ermittelt worden. Aus der Streifenbreite und der Entfernung, aus welcher das Insekt den Streifen wahrnimmt, berechnet sich leicht der Winkel, unter dem das Tier den Streifen sieht. Finde ich z. B., daß dieser Winkel 0,28° beträgt, während der Öffnungswinkel des Ommatidiums im Mikroskop gemessen 2° ist, so ergibt sich, daß der Streifen der Breite nach ein Siebentel der Ommatidienöffnung ausfüllt.

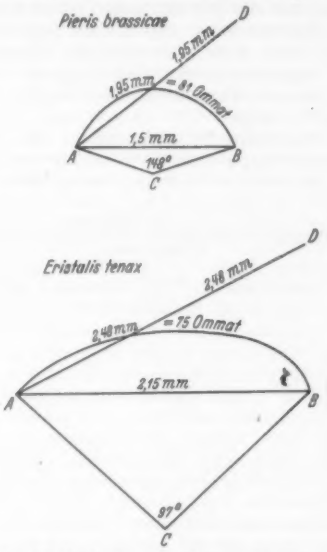


Fig. 2. Zur Methode der Berechnung des Ommatidienwinkels. *C* Ungefährer Mittelpunkt des sphärisch gedachten Auges.

Mache ich der Einfachheit halber die Annahme, daß die Öffnung nicht sechseckig, sondern quadratisch ist, so folgt hieraus, daß beim Vorbeigleiten des Streifens das jeweils beschattete Omma eine Verdunklung von 14% erleidet. Die so gewonnenen Zahlen sind physikalisch sicherlich nicht

Tabelle 2.

Lichtstärke (Lux)	Tierart	Ommatidienwinkel	Minimale Streifenbreite mm	Winkel, unter dem der Streifen gesehen wird	Verdunklung des Streifens durch das Ommatidium %
0,6	Coccinella septempunctata	2,9°	5	3,2°	<100
	Apis mellifica		1,5	0,96°	80
	Pieris brassicae	1,8°	0,6	0,38° = 22,8′	21
	Eristalis tenax	1,3°	0,35	0,22° = 13,2′	17
13,8	Coccinella		2,5	1,6°	55
	Apis		0,6	0,38° = 22,8′	32
	Pieris		0,25	0,16° = 9,6′	9
	Eristalis		0,17	0,109° = 6,5′	6
200	Coccinella		1,2	0,76° = 45,6′	26
	Apis		0,45	0,29° = 17,4′	24
	Pieris		0,17	0,109° = 6,5′	6
	Eristalis		<0,1	<0,063° = 3,8′	<4,8

sehr exakt, aber sie genügen zunächst für unsere Zwecke.

Wertvoll für die Zuverläsigkeit der Methode ist auch ein Vergleich der Zahlen, die man bei Anwendung der großen und der kleinen Trommel erhält. Wir haben diese nur zur Kontrolle dienenden Messungen nur bei *Pieris* und *Eristalis* ausgeführt (s. Tabelle 3). Natürlich sind die minimalen Streifen bei der großen Trommel breiter. Die Umrechnung auf die Winkel, unter denen dem Tiere der Streifen erscheint, ergibt aber, besonders bei Eristalis, eine recht befriedigende Übereinstimmung. Worauf es beruht, daß die große Trommel im allgemeinen etwas kleinere Werte gibt, vermag ich nicht zu sagen.

Zur Kontrolle der Experimente mit der geschilderten Hauptversuchsanordnung wurden noch einige mit anderer Technik durchgeführt.

Tabelle 3.

	Lichtstärke Lux	*Eristalis tenax* Minim. Streifenbreite mm	*Eristalis tenax* Winkelgröße desselben	*Eristalis tenax* Verdunklung in %	*Pieris brassicae* Minim. Streifenbreite mm	*Pieris brassicae* Winkelgröße desselben	*Pieris brassicae* Verdunklung in %
Kleine Trommel ⌀ 66 cm	0,6	0,35	0,22°	17	0,6	0,38°	
	13,8	0,17	0,109°	6	0,25	0,16°	
	200	<0,1	0,064	4,8	0,17	0,108°	
Große Trommel ⌀ 132 cm	0,6	0,67	0,21°	10,7	0,78–1,3	0,32°	
	13,8	0,37	0,118	5,9	0,37	0,118°	
	200	0,15	0,048°	2,4	0,1	0,036°	

Erstens wurde mit einer Variante der Drehtrommel gearbeitet, bei der das weiße Papier wegfällt. Es drehen sich lediglich schwarzlackierte Drahtstäbe vor einem ruhenden weißen Hintergrunde. Der Sinn dieser Versuche war, die Wirkung der rotierenden weißen Fläche in Wegfall zu bringen, weil sowohl bei *Pieris* als auch bei *Eristalis* gelegentlich zu beobachten ist, daß die Tiere, wenn auch ganz wenig, auf eine sich drehende weiße Trommel ganz ohne Streifen reagieren. Der Wert der Schmalstreifenversuche wird hierdurch nicht beeinträchtigt, denn es zeigt sich stets, daß die Tiere auf die Streifentrommel viel deutlicher reagieren, sie haben folglich die schwarzen Streifen gesehen. Die Versuche wurden mit *Pieris* ausgeführt, und zwar bei 0,6 Lux in der Dunkelkammer.

Große Papiertrommel ⌀ 42 cm, Grenze bei 0,78 mm
Drahttrommel ⌀ 38 cm, Grenze bei 1,25 mm.

Man ersieht daraus, daß durch Anwendung der Papiertrommel die Reaktion nicht unwesentlich verfeinert wird. Es summieren sich die Reize, die von den schwarzen Streifen ausgehen, mit denjenigen des weißen Papiers.

Der zweite Kontrollversuch wurde mit einer Drehtrommel gemacht, die aus gleichbreiten hellgrauen Streifen verschiedener Helligkeiten sich zusammensetzte. Benutzt wurden die bekannten Heringschen Graupapiere der Firma Rietzschel in Leipzig. Photometrische Messungen ergaben, daß bei einer Gegenüberstellung von Grau 1 und 5 der Helligkeitsunterschied 47% betrug, bei 2 und 5 38%, bei 3 und 5 27% und bei 4 und 5 19%. Feinere Abstufungen waren nicht zu erzielen. Es konnte diese Methode daher nur mit dem Marienkäfer ausgeführt werden, dessen Reaktion sehr stumpf ist.

Im Tageslicht antworteten die Käfer auf die Kombination 3—5 sämtlich positiv, bei 4—5 waren fast alle negativ, d. h. sie zeigten keine Reaktion auf die Drehung der Trommel. Die Reaktionsgrenze liegt also zwischen beiden Werten, also etwa bei 24%. Dies stimmt gut zu den 26%, die wir bei den Hauptversuchen fanden. Im Dunkelzimmer kam bei einer Beleuchtung die im Schmalstreifenversuch eine Grenze bei 55% ergab, ein Grenzwert von 33% heraus. Es ist also möglich, daß man mit derartigen Graustreifenversuchen etwas kleinere Werte für die Reaktionsgrenze erhält.

Diskussion. Die in den geschilderten Experimenten gefundenen Werte sind für die Theorie des Insektenauges in verschiedener Hinsicht von Wichtigkeit. In der Literatur der letzten Jahre ist verschiedentlich der Versuch gemacht worden, die Wahrnehmungsgrenze des Insektenauges experimentell zu bestimmen, und einige Forscher sind dabei zu der Ansicht gekommen, daß diese Grenze dort liegt, wo das Auflösungsvermögen versagt. Dieses Vermögen hängt beim Facettenauge vom Öffnungswinkel des Ommatidiums ab. Es wird also behauptet, daß Strukturen, die den Sehraum eines Ommatidiums nicht ganz erfüllen, sich der Wahrnehmung des Insekts entziehen. Insbesondere haben Hecht und Wolf diesen Standpunkt in ihren Untersuchungen der Honigbiene vertreten. Sie finden, daß die Wahrnehmung verschwindet, wenn der gesehene Gegenstand unter einem Winkel gesehen wird, der kleiner als 1° ist. Dies ist genau die Größe des kleinsten Ommatidienwinkels. Obgleich diese Auffassung schon an anderen Stellen verschiedentlich kritisiert worden ist, sei doch darauf hingewiesen, daß die hier beschriebenen Experimente besonders deutlich das Fehlerhafte dieser Auffassung zur Schau stellen. *Eristalis* nimmt noch Gegenstände wahr, die ihr unter einem Winkel von 2,6 bzw. 3,8 Minuten erscheinen, während der Öffnungswinkel eines Ommatidiums ungefähr 1,3° umfaßt! Die Wahrnehmung eines Gegenstandes findet also in der Größe des Ommatidienwinkels keine Grenze, sie geht außerordentlich viel weiter, unsere Anschauungen von der Leistungsfähigkeit des Facettenauges bedürfen also einer erheblichen Korrektur.

Ein weiterer Punkt, der unsere Aufmerksamkeit verdient, ist die außerordentliche Verschiedenheit der Reaktionsschärfe, die die einzelnen untersuchten Arten zeigen. Der Unterschied be-

zieht sich sowohl auf die minimale Streifenbreite als auch auf die erforderliche Verdunklung. So ist *Eristalis* mindestens zehnmal so empfindlich wie der Marienkäfer und etwa dreimal empfindlicher als die Biene. Dieser letzte Fall ist deswegen von besonderem Interesse, weil Biene und Schlammfliege physikalisch optisch ungefähr gleichwertige Augen besitzen. Der Ommatidienwinkel ist bei beiden nahezu 1°, und auch die Facettenöffnung ist etwa die gleiche. Trotzdem liegen die experimentell gefundenen Werte dermaßen weit auseinander! WOLF hat in seiner eingangs zitierten Arbeit geglaubt, die „Unterschiedsempfindlichkeit" des Bienenauges feststellen zu können, und geschrieben, daß die Biene selbst im günstigsten Falle zwanzigmal weniger empfindlich sei, als der Mensch. Ich halte es nicht für zulässig, die bei Mensch und Biene gefundenen Werte miteinander zu vergleichen. Was wir vom Menschen wissen, bezieht sich auf unsere Kenntnis des Empfindungslebens. Die Empfindungen der Tiere sind uns verschlossen. Wir vermögen in diesen hier geschilderten Versuchen nur auszusagen, daß *zur Auslösung der optomotorischen Reaktion* eine bestimmte Verdunklung erforderlich ist. Die Grenze für die *Empfindung* des Insekts von Helligkeitsunterschieden kann ganz wo anders liegen. Die Richtigkeit dieser Auffassung, durch die der wissenschaftliche Wert auch unserer Experimente natürlich um etliches verringert wird, geht meiner Ansicht nach daraus hervor, daß es zahlreiche Insekten gibt, die überhaupt keine optomotorischen Reaktionen besitzen. Hieraus müßte man logischerweise schließen, daß bei diesen die Schwelle für die Unterschiedsempfindlichkeit unendlich hoch liegt. Die optomotorischen Reflexe sind uns in ihrer biologischen Bedeutung noch völlig unverständlich. Wir wissen auch nicht, warum das eine Tier sie in ausgeprägtem Maße zeigt, das andere sie ganz vermissen läßt. Wir können also aus unseren Befunden hier nur den Schluß ziehen, daß bei der Biene und beim Marienkäfer diese Reflexe relativ stumpf und schwer auslösbar sind, während sie bei *Eristalis* und *Pieris* sich sehr leicht auslösen lassen.

Wenn wir uns für das Problem der wirklichen Unterschiedsempfindlichkeit der Insekten interessieren, so können wir zunächst nur mit Sicherheit sagen, daß die *Empfindlichkeitsschwelle* jedenfalls tiefer liegt als die *Reaktionsschwelle* für eine motorische Reizbeantwortung. Diese These bedarf keines Beweises. Wenn wir also in unseren Experimenten finden, daß *Eristalis* bei diffusem Tageslicht schon auf eine Verdunklung von — 4,8% anspricht, so dürfen wir hieraus schließen, daß das gleiche Tier im hellen Licht der Sonne, seinem eigentlichen Lebenselement, noch wesentlich kleinere Helligkeitsunterschiede empfindet. Ich sage dies gewissermaßen zur Ehrenrettung des Insektenauges, weil man aus den Befunden WOLFS leicht den Schluß ziehen könnte, daß dasselbe nicht nur hinsichtlich seines Auflösungsvermögens, sondern auch nach seinem Unterscheidungsvermögen von Helligkeiten ein ganz minderwertiges Instrument sei.

Im übrigen bin ich davon überzeugt, daß unsere Berechnung der Verdunklung des Ommatidiums durch den vorbeigleitenden schwarzen Streifen zu ungunsten des Insekts mit verschiedenen Fehlern behaftet ist. So haben wir angenommen, daß der schwarze Streifen gar kein Licht ausstrahlt, während es sicher ist, daß auch er ein gewisses Maß von weißem Licht reflektiert. Ferner ist angenommen worden, daß nur das Licht ins Innere des Ommatidiums gelangt, das aus dem Raume des Ommatidienwinkels einfällt. Dies ist wahrscheinlich unrichtig, wegen der Wölbung der Corneafacetten, die notwendigerweise alles Licht aufnehmen, das senkrecht zu ihrer Oberfläche auftrifft. Es kann unmöglich behauptet werden, daß diese sehr auffallende, bisher aber kaum beachtete Wölbung nur dazu da sei, Strahlen eintreten zu lassen, die durch den Strahlengang im Innern wieder herausgeworfen und vom Pigment absorbiert werden. Obgleich experimentelle Untersuchungen dieser Frage zur Zeit noch fehlen, bin ich der Ansicht, daß das Ommatidium auch Randstrahlen auffängt, die außerhalb des eigentlichen Ommatidiengebietes liegen. Die wirkliche Helligkeit ist also größer als angenommen wurde und dementsprechend die erzielte Verdunklung geringer.

Im ganzen komme ich also zu dem Urteil, daß die Unterschiedsempfindlichkeit mindestens der gutsichtigen Insektenaugen ziemlich beträchtlich ist und nicht wesentlich hinter derjenigen des Wirbeltierauges zurücksteht.

Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse.

1. Bei Anwendung sehr schmaler Streifen zeigt sich im optomotorischen Versuch, daß die Insekten noch auf Gegenstände reagieren, die nur einen sehr geringen Teil der Ommatidienöffnung erfüllen.

2. Am empfindlichsten von vier untersuchten Insektenarten erwies sich die Schlammfliege *Eristalis tenax*, die noch Streifen wahrnimmt, die sie unter einem Winkel von 0,063° oder 3,8 Minuten sieht. Die entsprechenden Minimalwinkel betragen beim Kohlweißling 6,5 Minuten, bei der Biene 17,4 Minuten und beim Marienkäfer 45,6 Minuten.

3. Entsprechend dieser bei manchen Arten großen Empfindlichkeit ist die zu einer Reaktion notwendige Verdunklung der Ommatidien zum Teil verhältnismäßig gering. Die minimalen Werte sind bei *Eristalis* 4,8%, bei *Pieris* 6%, bei der Biene dagegen 30% und bei *Coccinella* 26%.

4. Es wird bestritten, daß mit diesen oder ähnlichen Versuchen die „Unterschiedsempfindlichkeit" des Insekts feststellbar ist.

Probleme der Thermalbiologie auf Island.

Von G. H. SCHWABE, Königsberg i. Pr.
(Aus dem Fischerei-Institut der Universität.)

Von floristischen und danach auch von faunistischen Arbeiten ausgehend, wurden im Laufe der letzten hundert Jahre eine Reihe von biologischen Problemen der Thermalgewässer herausgestellt und in einer umfangreichen, außerordentlich zersplitterten Literatur behandelt. [Vgl. Y. EMOTO: Die Mikroorganismen der Thermen. Botanic. Mag. (Tokyo) **1933**.] Erst in jüngster Zeit lassen sich die meisten, scheinbar ohne Zusammenhang nebeneinanderstehenden Fragen unter einheitlichen Gesichtspunkten zusammenfassen.

Bedingt durch biogeographische und ökologische Momente lassen sich die Probleme der Thermalbiologie heute am besten von der jeweiligen Landschaft aus aufzeigen. Im folgenden wird in erster Linie auf die Verhältnisse in Island, dem klassischen Lande der Thermenforschung, Bezug genommen.

Wir gehen von der Frage aus: *welche biologische Bedeutung haben die Äußerungen der Thermalaktivität im tellurischen Lebensraum in seiner Gesamtheit?*

Nur in einer sehr dünnen Oberflächenschicht entfaltet das Leben auf unserer Erde seinen unendlichen Formenreichtum und seine unübersehbare Fülle des Geschehens. Nach unserem heutigen Wissen erreicht aktives Leben nicht die äußeren Regionen unserer Atmosphäre, und auch die Tiefen des Planeten sind von ihm nicht durchdrungen. Der Grund für diese Gestaltung des gesamten tellurischen Lebensraumes, der als Biosphäre bezeichnet sei, ist darin zu sehen, daß alles aktive Leben unmittelbar oder mittelbar vom Energiezustrom der Sonnenstrahlung, der sich aus einer Licht- und einer Wärmewirkungskomponente zusammensetzt, abhängig ist. Nur in einem verhältnismäßig sehr kleinen Bereiche des Lebens, nämlich in dem der bakteriellen Chemosynthese, scheint eine von diesem Energiezustrom unabhängige Lebensentfaltung möglich zu sein. Doch auch hier werden Temperaturlagen erfordert, innerhalb deren sich das Wasser in flüssigem Zustande befindet. Solche Temperaturlagen herrschen jedoch vor allem in der Biosphäre. Der Satz „Ohne Sonne kein Leben" besteht also zu vollem Recht.

Nur in besonderen Fällen wird die Wärmekomponente der notwendigen Sonnenenergie wenigstens teilweise durch Wirkungen endogener Kräfte der Erde ersetzt. Es ist dies an den Orten, die dauernd durch längere Zeiträume einen endogenen Wärmezustrom erhalten, d. h. an Orten thermaler Tätigkeit, der Fall. Hieraus ergibt sich ein Hauptproblem der Thermalbiologie. Die endogene Wärmezufuhr kann im Thermalbiotop[1] von der Wärmezufuhr durch Sonnenstrahlung unabhängige biologische Wirkungen hervorrufen, d. h. das im allgemeinen durch Sonnenstrahlung vermittelte Wärmequantum kann durch ein entsprechendes thermales Wärmequantum ersetzt werden. Dies wird sich natürlich besonders unter kalten Klimaten, bezüglich in der kalten Jahreszeit bemerkbar machen. Die hierher gehörigen biologischen Wirkungen der Thermalaktivität sind vor allem die folgenden:

1. Artenauslese: Pflanzliche und tierische Organismen, die an niedrige Temperaturen gebunden sind, können nicht in den Thermalbiotop eindringen, obwohl sie in dessen Umgebung vorkommen. Dagegen zeigen andere, gegen höhere Temperaturen unempfindliche Organismen stellenweise Massenvorkommen im Thermalbiotop. Für isländische Thermalbiotope seien hier neben den beiden kosmopolitischen Thermalalgen Mastigocladus laminosus *Cohn* und Phormidium laminosum *Gom.* als Beispiele die folgenden genannt: Scytonema varium *Kütz.*, Lyngbya martensiana *Menegh.*, Phormidium Corium *Gon.*, Rhopalodia sp., Synedra ulna *Ehr.*, Epithemia sp., Caloneis sp., Cladophora sp., Chara fragilis *Desv.*, Aulacomnium palustre *Schwaegr.*, Philonotis fontana *Brid.*, verschiedene Sphagnen, Juncus lamprocarpus *Dav.*, Agrostis alba *L.*, Radix peregra *Müll.*, Pirata piraticus *Cl.*, Porcellio scaber *Latr.*, Gasterosteus aculeatus *L.*

Wieweit neben dem Wärmefaktor andere Thermalwirkungen für das stellenweise oder regelmäßige Massenauftreten dieser Organismen verantwortlich sind, können erst genauere Untersuchungen ergeben. Jedenfalls deuten die Verhältnisse besonders bei den Diatomeen auf die gleichzeitige Wirksamkeit chemischer Faktoren hin.

2. Vorposten und Relikte: Während die oben genannten Arten auch außerhalb der Thermalbiotope auf Island vorkommen und in diesen nur eine Steigerung der Individuenzahl gegenüber nichtthermal beeinflußten Örtlichkeiten erfahren, sind gewisse andere Mitglieder von Thermalbiocönosen außerhalb der Thermalbiotope auf Island nicht gefunden worden. Die nördlichen Grenzen des geschlossenen Verbreitungsgebietes eines wesentlichen Teiles dieser auf Island Thermalgebundenen liegen südlich von Island. Allein das Mikroklima des Thermalbiotops ermöglicht ein Vordringen (Vorposten) oder Ausharren (Relikt) jenseits der Nordgrenze des geschlossenen Verbreitungsgebietes (Mikroklimainseln). Hier sind vor allem die folgenden zu nennen: Anthoceros punctatus *L.*, Anthoceros levis *L.*, Fossombronia Dumortieri *Lindb.*, Fossombronia Wondraczeki *Dum.*, Archidium alternifolium *Schpr.*, Funaria obtusa *Lindb.*, Campylopus flexuosus *Brid.*, Campylopus fragilis *Br. eur.*, Ophioglossum vulgatum *L.*, Polygonum persicaria *L.*, Callitriche stagnalis *Scop.*, Hydro-

[1] Als Thermalbiotop wird jeder von thermaler Tätigkeit biologisch beeinflußte Raum, also nicht nur der thermale Wasserkörper, bezeichnet.

cotyle vulgaris *L.*, Veronica anagallis *L.*, Gnaphalium uliginosum *L.*

Tierische Vorposten oder Relikte sind in isländischen Thermalbiotopen noch nicht mit Sicherheit festgestellt worden. Diese Tatsache ist nicht allein durch die Unvollständigkeit faunistischer Bearbeitung des Landes zu erklären, denn auch unter den Insekten, die ziemlich eingehende Bearbeitungen erfahren haben, konnte keine Art in Thermalbiotopen gefunden werden, die einwandfrei und im gleichen Sinne wie die oben angeführten Pflanzen als Vorposten oder Relikt zu bezeichnen wäre. Dieser Sachverhalt scheint vielmehr der Thermalbiologie besiedlungsgeschichtliche Aufgaben zu stellen. Die pflanzliche und tierische Besiedlung Islands beginnt im wesentlichen erst in der abklingenden Eiszeit. In dieser Epoche haben mit Sicherheit die Thermalbiotope gegen heutige Verhältnisse eine noch weit größere Bedeutung als Vorpostenstandorte gehabt. Sie sind, von Küstengebieten abgesehen, die ersten besiedlungsfähigen Neulandorte gewesen. Hier liegt wahrscheinlich der Schlüssel dafür, daß gewisse, weit in der Nordhemisphäre verbreitete Organismen in Island ausschließlich oder doch vorzugsweise in Thermalbiotopen zu finden sind. Dieser kurze Hinweis mag genügen, um ein besiedlungsgeschichtliches Problem der Thermalbiologie anzudeuten.

3. Gestaltung des Lebenszyklus: Durch die thermale Wärmeproduktion kann der Lebenszyklus von Tieren und Pflanzen im Thermalbiotop mehr oder minder vom Gang der Jahreszeiten unabhängig ablaufen. So beginnt bei Anthoceros levis, das dazu noch auf Island als Vorposten zu betrachten ist, die Sporogonenentwicklung in Mitteleuropa erst im August, in einem südisländischen Thermalbiotop (Hverakot) wurde das Moos bereits am 24. Juni 1932 mit reifen Sporogonen gefunden. Menyanthes trifoliata blüht auf Island gewöhnlich im Juni. Schon am 28. März 1932 konnte in einem Thermenabflusse (ebenfalls in Hverakot) thermalbedingte Frühblüte festgestellt werden. — Die verschiedenen Entwicklungsstadien der noch zu erwähnenden Fliege Scatella thermarum *Collin.* vom Ei bis zum fertigen Imago wurden dauernd und nebeneinander vom April bis Anfang November in verschiedenen Thermalbiotopen beobachtet. Allein der Lichtmangel im Winter, der zum Absterben der für die Larven notwendigen Algenlager führt, bedingt eine kurze Winterruhe. Wie diese wenigen Beispiele erkennen lassen, übt die thermale Wärme unter Umständen einen maßgebenden Einfluß auf den Lebenszyklus aus.

Mit der Untersuchung dieser biologischen Thermalwirkungen, die anscheinend ausschließlich oder doch zum weitaus größeren Teile auf Ersatz der Sonnenwärme durch Thermalwärme zurückzuführen sind, sind die Aufgaben der Thermalbiologie bei weitem noch nicht erschöpft. Durch seine Struktur und eine Reihe zum Teil sehr veränderlicher Eigenarten nimmt der Thermalbiotop ökologisch gegenüber anderen Lebensräumen eine Sonderstellung ein. Zum ersten erzeugen Äußerungen der Thermalaktivität Lebensräume mit oft extremen physikalischen (Temperatur, Dampfproduktion) und chemischen (Zusammensetzung der Wasser- und Gasschüttung) Bedingungen. Diese bilden neben der Artenauslese den Anlaß für das Auftreten von Spezialisten und ökologisch bedingten Formen. So ist die Fliege Scatella thermarum ein isländisches Thermalendem. Weiterhin sind hier einige Moose wie Catharinaea undulata f. thermophila *Hess.*, Barbula fallax var. laevifolia *Hess.* u. a., die gleichfalls thermalgebunden auftreten, zu nennen. Die Schnecke Radix peregra zeigt in Abhängigkeit von den jeweiligen Eigenarten ihres thermalen Lebensraumes in weitem Ausmaße schwankende Größe und eine große Reihe von Lokalformen. Von weiteren Beispielen sei hier abgesehen. Daß sich die qualitative und quantitative Zusammensetzung der Thermalbiocönosen mit den jeweiligen physikalischen und chemischen Verhältnissen in entsprechendem Ausmaße ändert, versteht sich von selbst. (Merkwürdig und noch ungeklärt sind die des öfteren besonders im westlichen Nordamerika und neuerdings auch auf Island beobachteten Beziehungen zwischen Brack- und Thermalwasserbesiedlung.)

Neben den häufig in Erscheinung tretenden extremen Verhältnissen ist für den Thermalbiotop ein von seinem Zentrum ausgehendes allseitiges biologisches Wirkungsgefälle, besonders hinsichtlich der Wärmezufuhr, typisch [vgl. SCHWABE, Arch. f. Hydrobiol. **26**, 187—196 (1933)]. Dieses Wirkungsgefälle bedingt Zonenbildungen in der Besiedlung. Es sei hier nur an die für die heißesten Thermalgewässer so charakteristischen Uferrandalgenlager erinnert. Diese Algenlager (vorwiegend Cyanophyceen) entwickeln sich in einer oft äußerst schmalen Zone, die hart an das Temperaturmaximum ihrer Lebensfähigkeit auf der einen Seite und auf der anderen an den trockenen Boden grenzt. Zonare Anordnung der Besiedlung läßt sich gleichfalls im Wasserkörper selbst wie auch in der nichtwasserbedeckten Umgebung nachweisen, wenn auch im allgemeinen die Uferrandbesiedlung dieses Merkmal am deutlichsten zeigt. Nur mit Hilfe eingehender mikroklimatischer und hydrographischer Untersuchungen, die zur Bestimmung tages- und jahreszeitlicher Änderungen durch längere Zeiträume fortgesetzt werden müssen, wird es möglich sein, das Lebensgeschehen im thermalen Mikrokosmos zu erfassen. Ob und welche tages- oder jahreszeitlichen Wanderungen sich im Bereiche des thermalen Wirkungsgefälles vollziehen, ist unbekannt. Es sei noch erwähnt, daß im thermalen Lebensraum häufig Organismen, vorwiegend Insekten, die zufällig in höher temperierten Dampf oder in Heißwasser geraten, nicht selten in großer Zahl vernichtet werden. Ganz entsprechend werden des öfteren Teile der Thermalbiocönose durch Wasserstandsänderungen oder Temperatursteigerung abgetötet oder doch geschädigt.

Neben den berührten Hauptproblemen bestehen in der Thermalbiologie noch ungezählte Ein-

zelfragen. Die Eigenart der Arbeitsweise beruht für die Thermalbiologie auf den folgenden Gesichtspunkten:

1. Der Thermalbiotop ist ein biologischer Wirkungsbereich endogener Energie, die jahres- und tageszeitlichen Schwankungen nicht erkennbar unterliegt.

2. Im Thermalbiotop herrschen lokal (geologisch, morphologisch und hydrologisch) bedingt abweichende, unter Umständen extreme physikalische und chemische Verhältnisse.

3. Die Struktur des Thermalbiotops ist durch ein von seinem Zentrum ausgehendes allseitiges Wirkungsgefälle charakterisiert, das von dem jeweils herrschenden Ortsklima wesentlich mitbestimmt wird.

Aus diesen 3 Sätzen folgert, daß die Thermalbiologie ihren Wissensstoff aus sehr verschiedenen Disziplinen zu beziehen hat, um die ihr gestellten Probleme angreifen zu können.

Wenn das kurz umrissene Arbeitsgebiet dieser Wissenschaft auch nicht nach Momenten der praktischen Anwendung ausgerichtet ist, so sei doch zum Schluß der Vollständigkeit halber noch auf einige praktische Probleme, die berührt werden, hingewiesen. Da die qualitative und quantitative Zusammensetzung einer Lebensgemeinschaft durch die im Lebensraum herrschenden biologisch wirksamen physikalischen und chemischen Eigenarten bestimmt wird, und da ebensolche biologisch wirksamen Eigenarten in der Heilkunde Anwendung finden, besteht die Aufgabe einer balneologischen Thermalbiologie in der Erforschung der thermalen Lebensgemeinschaften und ihrer Glieder als Indikatoren für bestimmte heilkundlich wichtige Eigenschaften thermaler Wässer und Schlamme. Hier liegen wohl die wichtigsten Aufgaben der angewandten Thermalbiologie. Doch auch für die landwirtschaftliche und gärtnerische Ausnutzung der Thermalerscheinungen, die besonders auf Island wie wohl überhaupt unter kälteren Klimaten eine immer weitere Anwendung findet, sind vor allem biologisch-mikroklimatische Untersuchungen im thermal beeinflußten Raume einschließlich der oberen Bodenschichten von Interesse. An eine fischereiliche (teichwirtschaftliche) Ausnutzung von Thermalgewässern ist man, soweit bekannt, noch nicht gegangen. Zur zweckmäßigen Ausgestaltung einer solchen Möglichkeit sind hydrographisch-biologische Vorarbeiten erforderlich. Gerade diese Auswertungsart dürfte gewisse Zukunftsmöglichkeiten haben, und zwar in solchen Gebieten, in denen umfangreichere, unausgenutzte Thermalwassermengen zur Verfügung stehen. Es wäre dann unter Umständen sogar an eine Aufheizung größerer Wasserkörper zu denken. In der Technik ist für ungedeckte Thermalwasserverbauungen (Bäder usw.) das Studium der Algen, die meist in sehr üppigen Lagern in solchen Gewässerbetten gedeihen, von einer gewissen Bedeutung.

Magnetische Messungen als Hilfsmittel bei aufbereitungstechnischen Untersuchungen an Eisenerzen.

Von LUDWIG KRAEBER, Düsseldorf.

(Aus dem Kaiser Wilhelm-Institut für Eisenforschung.)

Die in der Erzabteilung des Kaiser Wilhelm-Instituts für Eisenforschung aufgenommenen magnetischen Untersuchungen an natürlichen und künstlichen Eisen-Sauerstoff-Verbindungen, sollen dazu beitragen, eine Nutzbarmachung von armen, schwachmagnetischen Eisenerzen durch Verbesserung ihrer magnetischen Trennungseigenschaften zu ermöglichen. Einen aussichtsreichen Weg für die Nutzbarmachung solcher Erze bietet die sog. „magnetische Röstung" als Vorbereitung für die magnetische Trennung, d. h. die Umwandlung schwachmagnetischer Erze in eine starkmagnetische Form auf thermochemischem Wege. Allerdings ist die Anwendbarkeit der magnetischen Röstung und Trennung von der wirtschaftlichen Erzeugung eines genügend starkmagnetischen Röstgutes abhängig. Demgemäß hatten die in der Erzabteilung des Kaiser Wilhelm-Instituts für Eisenforschung bisher ausgeführten Untersuchungen über die magnetische Röstung[1] nicht nur eine Verbesserung, sondern auch eine Verbilligung derselben zum Ziel.

Aber bei den Versuchen, tiefer in die Vorgänge der magnetischen Röstung einzudringen, wurde erkannt, daß trotz zahlreicher einschlägiger Arbeiten die eigentlichen Grundlagen, nämlich die Kenntnisse von den magnetischen Eigenschaften der bei der Röstung von Eisenerzen entstehenden Eisen-Sauerstoff-Verbindungen nicht in dem Maße gegeben sind, wie es für eine Vervollkommnung der bestehenden und für die Auffindung wirtschaftlicherer Verfahren erforderlich ist. So zeigen beispielsweise die Angaben über die Magnetisierbarkeit von Eisenoxyd, ohne daß eine Begründung dafür gegeben werden kann, recht große Abweichungen, denn für die Massensuszeptibilität von Eisenoxyd (Fe_2O_3) wurden Werte gefunden, die größenordnungsmäßig zwischen $10 \cdot 10^{-6}$ bis $100000 \cdot 10^{-6}$ liegen[1]. Aber auch die Untersuchungen an Magnetit, die von verschiedenen Seiten durchgeführt wurden, erwecken den Anschein, als ob die Magnetisierbarkeit der Verbindung Fe_3O_4 keinen eindeutigen Wert besäße.

Die erwähnten Abweichungen der Meßergebnisse können darauf zurückgeführt werden, daß die Messungen fast ausschließlich an pulver-

[1] W. LUYKEN u. E. BIERBRAUER, Mitt. Kais. Wilh.-Inst. Eisenforsch., Düsseld. **11**, 95 (1929). — W. LUYKEN u. L. KRAEBER, Mitt. Kais. Wilh.-Inst. Eisenforsch., Düsseld. **15**, 149 (1933).

[1] GMELINS Handb. d. anorg. Chem. Eisen, Tl. B. 8. Aufl. S. 82. Berlin: Verlag Chemie G. m. b. H. 1932.

förmigen Proben ausgeführt werden mußten, denn für die Messungen an Pulvern ferromagnetischer Stoffe sind die Meßverfahren, die sich bei den ferromagnetischen Metallen bewährt haben, wenig geeignet. Alle bei niederen Feldstärken ausgeführten Messungen geben bei pulverförmigen Proben keine vergleichbaren Werte, da die entmagnetisierende Wirkung nicht nur von der äußeren Form der Probe, sondern außerdem noch von der Kornform, dem Füllfaktor und der Verteilung der ferromagnetischen Körner bestimmt wird. Die Unregelmäßigkeiten und Zufälligkeiten, die damit gegeben sind, schließen eine rechnerische Ermittlung des „inneren Entmagnetisierungsfaktors" aus.

Alle diese Einflüsse machen sich aber um so weniger geltend, je mehr die Magnetisierung der Probe sich der Sättigung nähert. Daraus ergibt sich, daß, solange die Grundlagen der Messungen von ferromagnetischen Pulvern bei niedrigen Feldstärken nicht bekannt sind, brauchbare Werte nur im Bereich der Sättigung erhalten werden können. Eine kritische Durchsicht der bisher erschienenen Arbeiten zeigt nun, daß, abgesehen von einigen wenigen Messungen an Magnetitkristallen die Werte, die von den meisten Beobachtern angegeben werden, nicht vergleichbar sind, da die angewandten Feldstärken nicht zur Sättigung ausreichten. Die höchste Feldstärke, die von G. BRING[1] angewandt wurde, betrug 1300 Oe, jedoch lassen auch die von ihm veröffentlichten Magnetisierungskurven von Magnetitpulvern erkennen, daß der Zustand der Sättigung noch nicht vollständig erreicht war.

Für die geplante Weiterentwicklung der magnetischen Röstung war ein geeignetes Meßverfahren für alle erforderlichen magnetischen Untersuchungen an natürlichen und künstlichen Eisen-Sauerstoff-Verbindungungen Vorbedingung. Nach den obigen Ausführungen sind vergleichbare und jederzeit nachprüfbare Bestimmungen der Magnetisierbarkeit nur zu erwarten, wenn Feldstärken verfügbar sind, die mit Sicherheit eine Sättigung der ferromagnetischen Eisen-Sauerstoff-Verbindungen erreichen lassen. Aber auch für die Messung der paramagnetischen Eisenoxyde sind hohe Feldstärken erforderlich. Mit dieser Forderung nach entsprechend hoher Feldstärke mußten alle Meßverfahren mit kernlosen Spulen ausscheiden, da mit ihnen genügend hohe Feldstärken nicht gut zu erzielen sind. Wenig geeignet sind auch die Verfahren, bei denen die Magnetisierung auf ballistischem Wege gemessen wird, da die Kommutierung starker Felder mit Schwierigkeiten verknüpft ist. Dagegen erschien das bekannte Verfahren der Bestimmung der Magnetisierbarkeit durch Auswiegen der Anziehungskraft als recht geeignet. Es wurde deshalb eine Anordnung gewählt, bei der die zu untersuchende Pulverprobe von einem Behälter aus unmagnetischem Werkstoff aufgenommen wird, der so an dem einen Ende des Waagebalkens befestigt wird, daß sich die Probe in dem Feld eines starken Elektromagneten mit genau bestimmten Feldstärkenverhältnissen befindet. Hinsichtlich des Feldes waren folgende Anforderungen zu stellen: In der Bewegungsrichtung des Waagebalkens, d. h. in senkrechter Richtung, mußte der Feldgradient über eine möglichst große Strecke gleichbleiben. Ferner mußte die Feldstärke in der waagerechten Richtung über den größten Teil der Polschuhbreite gleichbleiben, um auch Probekörper von verschiedener Größe unter gleichen Bedingungen untersuchen zu können. Erwünscht war außerdem noch ein genügend großer Abstand der Polschuhflächen, um eine gewisse Freiheit in der Wahl der Probenform zu haben und um auch bei Bedarf einen kleinen Ofen für thermomagnetische Untersuchungen anbringen zu können.

Eine die genannten Bedingungen erfüllende Vorrichtung, bestehend aus Elektromagnet und Waage, wurde im Kaiser Wilhelm-Institut für Eisenforschung mit Unterstützung der Helmholtz-Gesellschaft hergestellt. Für den Bau dieses Gerätes stellte in dankenswerter Weise Herr E. GEROLD aus dem Forschungsinstitut der Vereinigten Stahlwerke A.-G., Dortmund, seine Erfahrungen mit der magnetischen Waage bereitwilligst zur Verfügung. Von besonderer Bedeutung war die Auswahl der geeignetsten Werkstoffe für den Bau der Elektromagneten. Wie bei dem von H. LANGE beschriebenen Elektromagneten[1] bestehen Joch und Schenkel aus hochsiliziertem Sonderstahlguß. Für die Polkerne, deren Querschnitt magnetisch am stärksten belastet ist, wurde im Vakuum erschmolzener Kobaltstahl verwandt, der von den Böhler-Stahlwerken in dankenswerter Weise zur Verfügung gestellt wurde und dessen besonderen magnetischen Eigenschaften zum großen Teile die gute Leistung des Magneten zu verdanken ist. Die Polschuhe wurden aus weichem Flußstahl hergestellt. Ihre Grundfläche mißt 50 × 80 mm. Um einen konstanten Feldgradienten zu erzielen, erhielten sie eine besondere Profilform. Der Abstand der Polflächen beträgt an der Stelle, wo die Probe im Felde liegt, 23 mm.

Das mit diesen Polschuhen erzeugte Feld wurde auf ballistischem Wege unter Benutzung einer von der Phys. Techn. Reichsanstalt geeichten Spule vermessen. Über seinen Aufbau geben die Fig. 1 und 2 Aufschluß. Wie man sieht, ist die gewünschte Regelmäßigkeit des Feldes erreicht worden. Der Feldgradient ist in einem großen Bereich konstant. Recht befriedigend ist auch die Feldverteilung in der Querrichtung, so daß Proben bis zu 30 mm Länge untersucht werden können. Die höchstzulässige Erregerstromstärke für Dauerbelastung beträgt 1,1 Amp. Da der Gesamtwiderstand der Spulen 170 Ω beträgt, so ergibt sich als Leistungsaufnahme der recht

[1] Jernkont. Ann. **82**, 415 (1927).

[1] Mitt. Kais. Wilh.-Inst. Eisenforsch., Düsseld. **15**, 263 (1933).

niedrige Wert von rund 200 Watt. Diese geringe Leistungsaufnahme machte ein künstliche Kühlung überflüssig.

Die Feldstärke erreicht bei der Erregung von 1,1 Amp. an der Meßstelle den Wert von 4930 Oe bei einem Gradienten von 528 Oe/cm. Sie ist also beinahe 4 mal so hoch wie die des Elektromagneten von BRING. Allerdings lassen sich noch höhere Feldstärken erreichen, wenn man eine andere Polschuhform wählt. Bei kegeligen Polschuhen mit einer Endfläche von 6 mm Dmr, wurde bei einem Abstand von 1 mm eine Feldstärke von 42000 Oe erzielt. Aus diesen Angaben ist zu ersehen, daß die gestellten Bedingungen, wie großer Querschnitt des Meßfeldes, übersichtliche Feldstärkenverhältnisse und ein verhältnismäßig starkes Feld mit einem

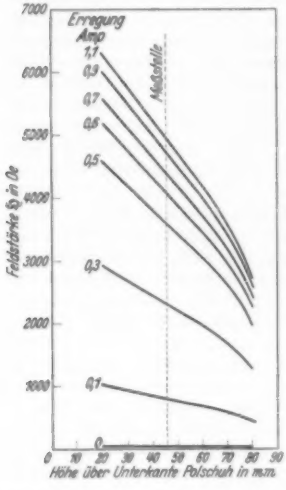


Fig. 1. Die auf der senkrechten Mittellinie zwischen den Polschuhen gemessenen Feldstärken.

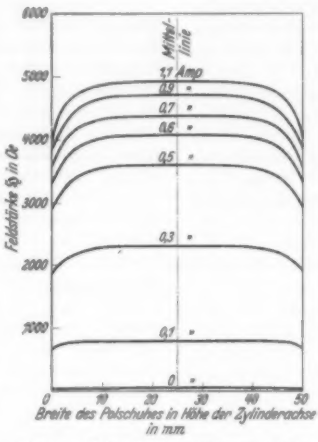


Fig. 2. Die Feldverteilung über die Polschuhbreite in Höhe der Meßstelle.

recht geringen technischen Aufwand erfüllt werden konnten.

Zur Messung der auf die Probe ausgeübten magnetischen Kräfte dient eine Wägevorrichtung, die unmittelbar an dem Magneten angebracht ist. Der aus Duraluminium hergestellte Waagebalken ruht auf 2 Spitzenlagern. An seinem dem Magneten zugerichteten Ende wird der Behälter für die Probe befestigt, während an dem anderen Ende sich eine Waageschale zum Auswiegen befindet. Als Probebehälter dienen eine Reihe von Zylindern mit verschiedenen Abmessungen aus eisenfreiem Messing. Je nach den Abmessungen der Zylinder können beim spezifischen Gewicht 5 etwa 0,5 bis 5 g Pulver eingesetzt werden. Da die Waage eine bis auf 1 mg genaue Gewichtsbestimmung zuläßt, so beträgt der Wiegefehler im ungünstigsten Falle 0,2 %. Bei dieser Empfindlichkeit spricht die Waage noch bei Suszeptibilitäten von der Größenordnung $1 \cdot 10^{-6}$ an.

Mit Rücksicht darauf, daß die Messungen an pulverförmigen Proben vorgenommen werden, ist die Angabe der *Massen*suszeptibilität χ für paramagnetische und der spezifischen Magnetisierung $\sigma\infty$ für ferromagnetische Körper die geeignetste Bestimmungsgröße. Da die Feldstärken mit Hilfe einer von der Phys. techn. Reichsanstalt geeichten Spule ermittelt worden waren, so ist eine absolute Bestimmung dieser beiden Größen durch Wägen der Anziehungskraft möglich. Sie ergeben sich aus den Beziehungen

$$P = m \cdot \chi \cdot \mathfrak{H} \cdot \frac{d\mathfrak{H}}{dx} \quad \text{bzw.} \quad P = m \cdot \sigma \cdot \frac{d\mathfrak{H}}{dx}.$$

In diesen Gleichungen ist P die Anziehungskraft, m die Masse der untersuchten Probe, $\mathfrak{H}$ die Feldstärke und $\frac{d\mathfrak{H}}{dx}$ der Feldgradient. Die absolute Genauigkeit der Bestimmung von χ und σ ist hauptsächlich von der absoluten Genauigkeit der Feldstärkemessungen abhängig, die infolge der bei hohen Feldstärken erforderlichen Zwischenmessungen etwa 1 % beträgt, obwohl die Einzelmessungen mit einer Genauigkeit von 0,1 bis 0,2 % durchgeführt wurden.

Zwei Beispiele sollen die Brauchbarkeit des beschriebenen Gerätes sowohl für die Messung der schwach paramagnetischen als auch der stark ferromagnetischen Eisen-Sauerstoff-Verbindungen belegen: Ein deutsches Brauneisenerz war auf einem Starkringscheider in 4 Teilmengen von verschiedener Magnetisierbarkeit zerlegt worden. Von diesen Teilmengen wurde je eine Probe mit der magnetischen Waage gemessen. Die Ergebnisse der magnetischen Trennung und der Bestimmung ihrer Magnetisierbarkeit sind in Zahlentafel 1 einander gegenübergestellt. Die angeführten Ergebnisse, die aus einer größeren Versuchsreihe herausgegriffen wurden, zeigen, daß auch diejenigen Vertreter der Eisen-Sauerstoffverbindungen, die den niedrigsten Paramagnetismus besitzen sollen, ohne Schwierigkeit mit Hilfe der magnetischen Waage untersucht werden können.

Tabelle 1. Die Suszeptibilitäten der bei einer magnetischen Trennung eines Brauneisenerzes anfallenden Teilmengen.

Bezeichnung der Teilmengen	Erregung des Magnetscheiders Amp.	Eisengehalt %	Suszeptibilität gem. auf der magn. Waage $\chi \cdot 10^6$
1. Konzentrat .	2,3	50,5	32,3
2. Konzentrat .	2,7	49,5	30,5
3. Konzentrat .	4,0	44,2	28,2
Berge . . .	$>4,0$	13,2	14,3

Aber auch die Messung der stark ferromagnetischen Eisen-Sauerstoff-Verbindungen läßt sich einwandfrei durchführen, wie das zweite Beispiel der in Fig. 3 zusammengestellten Ergebnisse von Messungen an Magnetit zeigt. Die Figur gibt den Verlauf der Magnetisierungskurven, bezogen auf die Masseneinheit bei Verwendung verschiedener Probenbehälter, wieder. Aus dem Schaubild geht hervor, daß die Magnetisierungsintensität σ erst bei einer äußeren Feldstärke von über 3600 Oe für jeden Versuch den gleichen Wert von rund 88 cgs-Einheiten erreicht. Unter Berücksichtigung

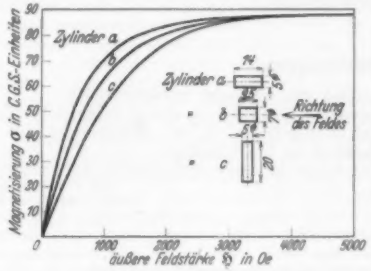


Fig. 3. Einfluß der Form und Lage der Probenbehälter auf die Magnetisierungskurven von Magnetitpulver.

des Raumgewichtes von Magnetit, welches mit 5 g/ccm einzusetzen ist, ergibt sich die Sättigungsmagnetisierung der Raumeinheit zu $J_\infty = 440$. Messungen von P. WEISS[1] bei Magnetitproben verschiedener Herkunft hatten dagegen für J_∞-Werte zwischen 435 und 469 cgs-Einheiten ergeben. Berücksichtigt man, daß durch die Einführung des Raumgewichtes von Magnetit, das zwischen 4,9 und 5,2 g/ccm liegen kann, eine gewisse Unsicherheit für die Berechnung von J aus σ eingeführt wird, so muß die Übereinstimmung der Meßergebnisse als recht befriedigend angesehen werden. Um die Fehlermöglichkeiten, die sich aus den Schwankungen des Raumgewichtes ergeben können, auszuschalten, wird zweckmäßig von einer Berechnung der Volumenmagnetisierung bei derartigen Untersuchungen Abstand genommen.

Aus der Darstellung der Meßergebnisse von Magnetitpulver geht ferner noch hervor, daß alle Messungen bei niedrigeren Feldstärken sehr unsicher sind, da bisher noch keine brauchbaren Unterlagen über die Größe der verschiedenen Einflüsse bei der Messung ferromagnetischer Pulver gegeben sind. Angesichts der vielfachen Unsicherheiten und nicht erfaßbaren Zufälligkeiten erscheint es nicht möglich, nur auf theoretischem Wege die Größe der Einflüsse festzulegen, die bei niedrigen Feldstärken das wahre Verhalten von Magnetit verschleiern. Es besteht aber gleichwohl ein Bedürfnis dafür, wenigstens ihre Größenordnung zu ermitteln, um auch etwas über die Magnetisierbarkeit der ferromagnetischen Eisen-Sauerstoffverbindungen bei niedrigen Feldstärken aussagen zu können, denn die magnetische Röstung hat ja zum Ziele, die Erze so stark ferromagnetisch zu machen, daß sie mit *schwacherregten* und deshalb billigen und leistungsfähigen Magnetscheidern, d. h. also unter Verwendung nicht zu hoher Feldstärken aufbereitet werden können. Da allein bei den bildsamen ferromagnetischen Metallen ihr wahres Verhalten bei niedrigen Feldstärken bestimmt werden kann, so kann nur über einen solchen Stoff der Anschluß der Messungen von Pulvern an die sonst gebräuchlichen Meßverfahren erhofft werden. Als geeignetster Stoff für derartige Versuche wurde Nickel gewählt, welches eine Sättigungsmagnetisierung besitzt, die nur wenig größer als diejenige des Magnetits ist. Die in Angriff genommenen Untersuchungen werden mit Nickelpulver, Kugeln und Körpern verschiedener Form und Größe in der magnetischen Waage durchgeführt, während auf magnetometrischem und ballistischem Wege Körper in geeigneter Form aus dem gleichen Stoff zur Ermittlung der wahren Magnetisierungskurven vermessen werden sollen.

Mit Erfolg wurden die magnetischen Messungen bereits zu Untersuchungen über das Verhalten des Spateisensteins bei der Röstung[1] herangezogen. Da der Spat nach der Röstung vielfach magnetisch aufbereitet wird, so war es erwünscht, die Einflüsse der Röstbedingungen auf die Magnetisierbarkeit des gerösteten Spates kennenzulernen. Nach der bisherigen Annahme, daß der Eisen- und Mangangehalt des gerösteten Spates nur als Fe_2O_3 und Mn_3O_4 vorhanden sei, müßte der Rostspat paramagnetisch sein. Damit steht aber die praktische Erfahrung in Widerspruch, derzufolge der geröstete Spat noch soweit ferromagnetisch ist, daß er mit Erfolg magnetisch angereichert werden kann. Röstversuche im Kleinen wurden so ausgeführt, daß die einzelnen Abschnitte des betrieblichen Röstvorganges der chemischen, röntgenographischen und magnetischen Untersuchung zugänglich gemacht wurden. Nach den Ergebnissen dieser Untersuchungen werden die sämtlichen Umwandlungsabschnitte des Spates beherrscht durch das isomorph darin verteilte Mangan, und es konnte im einzelnen gezeigt werden, wie die Gegenwart von Mangan das den ferromagnetischen Eisenverbindungen eigentümlich kubische Gitter auch unter solchen Bedingungen noch weitgehend aufrechtzuerhalten vermag, bei denen manganfreies Eisenoxyd nur in der unmagnetischen Form möglich ist. Der höchste Wert der Magnetisierbarkeit wird erhalten, wenn das Eisenmangankarbonat in den Mischkristall $(Fe, Mn)O \cdot Fe_2O_3$ übergeführt wird. In diesem Falle wurde für $\sigma\infty$ der Wert von 68 cgs-Einheiten gemessen. Bei weiterer Oxydation geht dieser Mischkristall in einen anderen Mischkristall, bestehend aus $MnO \cdot Fe_2O_3$ und

[1] Eclairage électr. 7, 502 (1896).

[1] Stahl u. Eisen 54, 361 (1934).

γ-Fe_2O_3 über. Daneben bildet sich je nach den Röstbedingungen mehr oder weniger paramagnetisches α-Oxyd. Entsprechend der Bildung von α-Oxyd sinkt auch die Magnetisierbarkeit. Aus den Ergebnissen der Versuche wurde die Erkenntnis gewonnen, daß die Zunahme des α-Oxyds und die Abnahme der Magnetisierbarkeit sich um so stärker bemerkbar macht, je höher die Temperatur ist, bei der sauerstoffhaltige Luft mit dem Röstgut in Berührung kommt, und je länger der Luftsauerstoff bei hoher Temperatur auf das Röstgut einwirken kann. Der niedrigste Wert für σ_∞, der unter den ungünstigsten Versuchsbedingungen erhalten wurde, betrug 12 cgs-Einheiten, während bei Proben aus den Röstbetrieben zweier Spateisensteingruben Magnetisierungswerte von 24 und 17 bzw. 16 cgs-Einheiten gefunden wurden. Nach diesen Messungen ist also der Einfluß des isomorph beigemischten Mangans so stark, daß selbst unter den ungünstigsten Röstbedingungen der geröstete Spat immer noch ferromagnetisch ist.

Der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft sei für die Unterstützung dieser Arbeit bestens gedankt.

Kurze Originalmitteilungen.

Für die kurzen Originalmitteilungen ist ausschließlich der Verfasser verantwortlich.
Der Herausgeber bittet, 1. im Manuskript der *kurzen Originalmitteilungen* oder in einem Begleitschreiben die Notwendigkeit einer baldigen Veröffentlichung an dieser Stelle zu *begründen*, 2. die Mitteilungen auf einen Umfang von **höchstens einer Druckspalte** zu beschränken.

Über Phosphatase in Blut und Harn.

E. Bamann und E. Riedel[1] haben vor kurzem darauf aufmerksam gemacht, daß in tierischen Organen zwei besondere Phosphatasen, von verschiedenem p_H-Optimum, 9,5 bzw. 5—6, zu unterscheiden seien. Nach Beobachtungen, die wir schon vor längerer Zeit gemacht haben, findet sich im Harn ausschließlich die Phosphatase mit dem Optimum bei saurer Reaktion und sie findet sich weitaus überwiegend im Blut. Hier erscheint sie als Bestandteil der Formelemente, nämlich der roten Blutkörperchen[2], während im Serum nur verschwindende Mengen der zweiten Phosphatase, vom alkalischen Reaktionsoptimum, beobachtet werden.

Es hat danach den Anschein, daß die von Bamann und Riedel in Organauszügen beschriebene Phosphatase vom Optimum p_H = 5—6 auf den Gehalt der Organe an Erythrocyten zurückzuführen ist, während die Phosphatase vom alkalischen Optimum die eigentliche Organphosphatase darstellen würde. Da nur die erstere im Harn angetroffen wird,

	mg P abgesp. a. Glycerophosphat bei p_H =				
	8,8	7,4	6,4	5,4	4,0
1,0 ccm Blut (ohne Aktiv.) .	0,09	1,71	2,41	2,70	0,22
1,0 ccm Blut (m. Mg-Salz aktiv.)	0,27	1,65	2,94	3,15	0,26
1,0 ccm Serum (m. Mg-Salz aktiv.)	0,12	0,04	0,01	0,02	0,01
1,0 ccm Blutkörperchen-Aufschlämmung, entspr. 1,0 ccm Blut (m. Mg-Salz aktiv.) .	0,09	1,71	2,09	2,04	0,20
1,0 ccm Harn (m. Mg-Salz aktiv.)	0,00	0,12	0,38	0,34	—

erscheint der Schluß berechtigt, daß sie in den Harn nach der Auflösung von Erythrocyten gelangt.

Wir haben uns die Aufgabe gestellt, die besondere physiologische Funktion der Phosphatase vom sauren Optimum in den Erythrocyten und ihre spezifischen Wirkungen zu prüfen.

Prag, Institut für Biochemie der Deutschen Technischen Hochschule und II. Medizinische Klinik der Deutschen Universität, den 2. Februar 1935.
E. Waldschmidt-Leitz. W. Nonnenbruch.

[1] Hoppe-Seylers Z. **229**, 125 (1934).
[2] S. dazu J. Roche, Bull. Soc. Chim. biol. Paris **13**, 841 (1931).

Besprechungen.

FUCHS, R., L. HOPF u. FR. SEEWALD, **Aerodynamik.** 2. Aufl., I. Bd.: ***Mechanik des Flugzeuges.*** Berlin: Julius Springer 1934. VIII, 339 Seiten und 268 Abbild. 15 cm × 23 cm. Preis geb. RM 30.—.

Das Werk befaßt sich nicht, wie man aus dem Titel vermuten könnte, mit allgemeinen Fragen der Strömungslehre, sondern mit flugtechnischen Problemen. Der Titel würde richtiger Aerodynamik der Flugzeuge lauten. Obwohl auf dem Gebiete der Luftfahrt eine außerordentlich umfangreiche Literatur über einzelne Sonderfragen vorhanden ist, besteht doch ein fühlbarer Mangel an guten zusammenfassenden lehrbuchartigen Werken. Zu den wenigen Büchern dieser Art gehörte die Aerodynamik von Fuchs und Hopf, welche kurz nach dem Kriege erschien und im wesentlichen die während der Kriegszeit gewonnenen Erkenntnisse und Erfahrungen wiedergab. Bei der raschen Weiterentwicklung der Luftfahrt mußte dieses Buch naturgemäß bald veralten, wenn es auch in Ermangelung von etwas besserem noch viel benutzt wurde. Es war daher dankbar zu begrüßen, daß die Verfasser sich zu einer Neubearbeitung entschlossen. Den bereits in der ersten Auflage vertretenen Teilen: Die Luftkräfte von Fuchs und Bewegung des Flugzeuges von Hopf entsprechen in der Neuauflage die ersten beiden Bände: Mechanik des Flugzeuges von Hopf und Theorie der Luftkräfte von Fuchs. Dazu kommt als Erweiterung noch ein dritter Band: Luftschrauben von Seewald. Aber auch die beiden ersten Bände sind vollständig neu bearbeitet.

Der I. Band: Mechanik des Flugzeuges von L. Hopf ist nunmehr erschienen und entspricht durchaus den Erwartungen, die man auf diese lang ersehnte Neubearbeitung gesetzt hat. Er enthält folgende Kapitel: 1. Grundlagen, 2. Kräftegleichgewicht im geraden Flug, 3. Zahlenwerte, 4. Momentengleichgewicht im geraden Flug, 5. Gestörte und gesteuerte Längsbewegung, 6. Stationäre Seitenbewegung, 7. Seitenstabilität und Seitensteuerung. Die eigentliche Flugmechanik wird hauptsächlich in den Kapiteln 2 und 5 bis 7 behandelt. Daneben ist hauptsächlich in den Kapiteln 3 und 4 ein verhältnismäßig breiter Raum den Luftkräften gewidmet, indem hier die praktisch wichtigsten aerodynamischen Erfahrungen kurz und übersichtlich zusammengestellt sind. Man könnte vielleicht der Ansicht sein, daß diese Teile eigentlich richtiger in den II. Band ge-

hörten, der doch speziell die Luftkräfte behandelt. Andererseits muß man aber sagen, daß gerade diese kurze und übersichtliche Zusammenstellung eine besonders wertvolle Bereicherung der Literatur darstellt.

Die Flugmechanik, welche sich mit dem Gleichgewicht, der Stabilität und der Steuerung der Flugzeuge befaßt, benötigt zur rechnerischen Beherrschung der Vorgänge erheblicher und meist nicht leicht zu übersehender mathematischer Hilfsmittel. Der Verf. hat sich bemüht, durch eingehende Darlegung der wirkenden Kräfte und Momente den Aufbau der Formeln zu erläutern und durch Diskussion der Ergebnisse den Einfluß der verschiedenen maßgebenden Kennzahlen der Flugzeuge klarzulegen. Trotzdem wird es einem nicht mit der Sache bewanderten Leser zunächst nicht immer ganz leicht sein, einen Überblick über die verschiedenartigen Zusammenhänge zu gewinnen. Es liegt dies im wesentlichen in der tatsächlichen Kompliziertheit dieser Dinge begründet. Vielleicht hätte man durch noch stärkeres Betonen der wichtigsten Einflüsse und Zurückdrängen von weniger wichtigen manches zunächst einfacher darstellen und damit dem Anfänger die Einfühlung erleichtern können. Es ist aber schwierig, hierin das richtige Maß zu treffen, da durch zu weitgehende Vereinfachung beim Leser auch leicht falsche Anschauungen entstehen können. Erschwerend für die Benutzung sind auch gelegentliche Druckfehler und Unrichtigkeiten.

Das Buch ist für die Fachkreise eine Notwendigkeit. Es wird aber auch dem sich für Flugwissenschaft interessierenden Gebildeten viel Aufklärung bieten. Man möchte ihm weiteste Verbreitung wünschen. Leider steht dem der Preis etwas hinderlich im Wege, der zwar dem Umfang und der beim Verlag Springer üblichen erstklassigen Ausstattung durchaus entspricht, der aber doch viele, welche das Buch gerne besitzen möchten, abschrecken wird.

A. Betz, Göttingen.

HAAS, ARTHUR, **Materiewellen und Quantenmechanik.** 4. und 5. Auflage. Leipzig: Akad. Verlagsges. 1934. VIII, 299 S. 13 cm × 19 cm. Preis geh. RM 7.—, geb. RM 7.80.

DARROW, KARL K., **Elementare Einführung in die Quantenmechanik.** Leipzig: S. Hirzel 1933. V, 123 S. und 3 Abbild. 15 cm × 22 cm. Preis kart. RM 6.—.

Seit der Entdeckung der Quantenmechanik ist die Aufgabe, die moderne Physik gemeinverständlich darzustellen, sehr schwierig geworden. Einerseits ist die Art des Argumentierens in der Quantenmechanik recht verschieden von der alten gewohnten Physik, nicht zuletzt durch den Wegfall von durchwegs eindeutigen anschaulichen Prozessen, anderseits sind die mathematischen Formen, in denen die neue Atomphysik ausgedrückt werden muß, manchmal recht weit entfernt von der üblichen Mittelschulmathematik. Bei gemeinverständlichen Darstellungen müßte auf beide Umstände Rücksicht genommen werden. Leider muß von den zu besprechenden Werken gesagt werden, daß sie zuviel Gewicht auf den zweiten Umstand legen und oft durch die langen Erläuterungen und Erklärungen der mathematischen Operationen, die speziell im Darrowschen Bändchen ganz ausgezeichnet und klar durchgeführt sind, dem Leser das Gefühl für das Wesentliche der Sache nehmen können.

Die vierte und fünfte Auflage des so viel gelesenen Büchleins von Haas zeigt noch mehr als die früheren Auflagen, neben einer Einführung in die Grundlagen der Quantenmechanik, die Bestrebung, möglichst vollständig die wichtigsten und neuesten Ergebnisse der Atomforschung aufzuzählen. Wir finden hier z. B. neben der Theorie der metallischen Leitfähigkeit auch die Diracsche Löchertheorie der Positronen und vieles aus der modernen Kernphysik, wie Kernzertrümmerungsprozesse, Neutronenemission und sogar bereits die künstliche Radioaktivität. So sehr es zu begrüßen ist, wenn es dem Außenstehenden auf diese Weise möglich gemacht wird, etwas von den neuesten Ergebnissen zu erfahren, so darf man nicht übersehen, daß es gerade bei einer solchen Zusammenstellung für den Laien schwierig ist, gesicherte Ergebnisse der Theorie von vorläufigen Hypothesen zu unterscheiden. So erscheint uns eine Diskussion der Frage, ob das Neutron oder das Proton ein zusammengesetztes Teilchen sei, oder gar die Erwähnung des Broglieschen Versuches, ein Lichtquant aus 2 Neutrinos aufzubauen, doch im Rahmen eines solchen Büchleins nicht angebracht. Ebenso erscheint uns die einer Notiz von Perrin entnommene genaue Durchrechnung der Energie-Impulsbeziehungen bei der Elektronenpaarerzeugung durch ein Photon im Kraftfelde eines Elektrons nicht notwendig, speziell dann, wenn die wichtigere Tatsache, daß man zur Erzeugung eines Paares im leeren Raum zwei Lichtquanten braucht, nur mitgeteilt und nicht bewiesen wird. Diese und andere kleine Formfehler setzen natürlich den Wert dieses Büchleins als eine großzügige Orientierung in keiner Weise herab.

Es sei in diesem Zusammenhang noch auf einige Punkte in der Darstellung der Grundbegriffe hingewiesen, die das Verständnis wesentlich erschweren. Warum kann man nicht bei der Erklärung der Matrizenmultiplikation über die rein formale Beschreibung hinausgehen und die Verwandtschaft mit der Multiplikation zweier Fourierreihen aufzeigen. In dieser Hinsicht scheint uns die Erläuterung der Matrixalgebra im Büchlein von Darrow wesentlich „physikalischer" und daher tiefergehend und verständlicher. Es sei übrigens hier die Begründung im Haasschen Büchlein für die so schwer zu erklärende Beziehung $pq - qp = \frac{h}{2\pi i}$ zitiert: „Daß Heisenberg das Produkt aus Impuls und Koordinate (als nicht kommutativ) wählte, ist durchaus begreiflich, weil ja gerade dieses Produkt, wie schon aus der früheren Quantentheorie den Physikern geläufig war, die Dimension der Größe h hat." Ist das dadurch begreiflich? Dann doch lieber gar keine Begründung!

Ein kleiner sachlicher Einwand: Im Haasschen Büchlein und auch in manchen anderen Darstellungen wird angeführt, daß sich aus der Diracschen Theorie des Elektrons ein imaginäres elektrisches Moment ergibt, dessen physikalische Bedeutung noch unbekannt ist. Dies ist nicht zutreffend. Das Glied der Wellengleichung, das dies vortäuscht, entsteht ganz folgerichtig durch den Umstand, daß ein elektrisches Feld auf das magnetische Moment eines *bewegten* Elektrons wirken kann.

Es sei nochmals hervorgehoben, daß das Buch als Ganzes einen ausgezeichneten Überblick über die moderne Atomphysik liefert, wenn auch die mathematischen Anforderungen für einen Außenstehenden manchmal recht hoch sind.

Das Büchlein von Darrow stellt ebenso wie seine früheren Bändchen etwas weniger Ansprüche an die mathematischen und physikalischen Vorkenntnisse und beschränkt sich auf eine gründlichere Darstellung der Grundlagen der Atommechanik, ohne auf die Anwendungen einzugehen. Der Titel „Elementare Einführung in die Quantenmechanik" ist, laut Vorwort, als Gegenstück zu dem früheren Bändchen „Elementare Einführung in die Wellenmechanik" gedacht. Der Gedanke, Wellen- und Quantenmechanik als zwei verschiedene Disziplinen aufzufassen, wäre wohl verfehlt;

es ließe sich ja auch gar keine Abgrenzung zwischen beiden angeben. Es stellt sich jedoch sofort bei Durchsicht des Inhaltsverzeichnisses heraus, daß der Verfasser es wohl gar nicht so gemeint hat, da die erste Hälfte des Büchleins der reinen Wellentheorie gewidmet ist, und erst die zweite auf die anderen mathematischen Formulierungsmöglichkeiten zu sprechen kommt. So vermittelt dieses Bändchen einen tieferen Einblick in die wesentlichen physikalischen Gedankengänge, als es die „Wellenmechanik" tat, und ist in Verbindung mit der anderen „Einführung" wirklich als eine gut verständliche Darstellung der Grundlagen anzusehen.

Der lebhafte Stil und die sehr ausführlichen Erläuterungen der Grundbegriffe erleichtern das Eindringen bedeutend, und man fühlt überall die Erfahrung des Verfassers im Erklären von schwierigen Sachverhalten, die er sich in vielen Diskussionen mit Laien erworben haben muß. Doch ist auch hier manches Mal ein Überbetonen des formal Mathematischen zu bemerken.

Dem bewährten Übersetzer E. RABINOWITSCH ist es vortrefflich gelungen, den an eigenartigen Wendungen reichen Stil im Deutschen wiederzugeben.

V. WEISSKOPF, Zürich.

KNOLL, M., F. OLLENDORFF und R. ROMPE unter Mitarbeit von A. ROGGENDORF, **Gasentladungs-Tabellen.** Tabellen, Formeln und Kurven zur Physik und Technik der Elektronen und Ionen. Berlin: Julius Springer 1935. 171 S. und 196 Abbild. 16 cm × 25 cm. Preis geb. RM 29.—.

Das Buch enthält mehr, als der Haupttitel erwarten läßt. Aus dem Bedürfnis der Gasentladungs*technik* ist es entstanden, um das in der Literatur verstreute Material an Formeln, Tabellen und Kurven für quantitative Berechnungen zu sammeln und geeignet zu vervollständigen. Weitgehend befindet sich das Gebiet aber noch in der Hand des Physikers und entwickelt sich in enger Fühlung mit der atomphysikalischen Forschung. Dementsprechend sind die „Gasentladungstabellen" für Physiker wie Techniker eine äußerst nützliche Datensammlung, der lange gewünschte Ersatz für die unvollständigen Unterlagen aus Molekularphysik und Entladungstechnik, die man sich für eigenen Gebrauch zu beschaffen pflegte. Die knappe Darstellung setzt einen Benutzer voraus, der — mit den Zusammenhängen vertraut — sich an die quantitativen Unterlagen erinnern will. Der schnellen Orientierung dient ein ausführliches Inhalts- und Sachverzeichnis sowie ein den Angaben beigefügter Quellennachweis.

Von den acht Kapiteln des Buches entsprechen die ersten beiden: „Physik des Einzelteilchens" und „Statistik der Gasentladungen" dem Tatsacheninhalt einer atomphysikalischen Vorlesung über das Gebiet; sie nehmen etwa zwei Drittel des Buches ein. Das dritte Kapitel „Besondere Entladungsformen" enthält in erster Linie die physikalischen und technischen Daten für den Betrieb von Elektronen- und Ionenröhren. Dem Röhrenbau ist der vierte und fünfte Abschnitt: „Werkstoffe" und „Hochvakuumtechnik" gewidmet. Die drei letzten Kapitel „Bezeichnungen der Gasentladungen nach AEF", „Maßsysteme und allgemeine Konstanten" und „Mathematische Hilfsmittel" ergänzen das außerordentlich reichhaltige Tatsachenmaterial in sehr erwünschter Weise durch Hilfsangaben.

Man möchte dem Buche neben weiter Verbreitung eine ausgiebige Kritik der benutzenden Fachkollegen wünschen, damit es entsprechend dem Wunsch der Verfasser in seiner Auswahl verbessert und ergänzt wird. An manchen Stellen scheint durch zu kompakte Darstellung die Übersichtlichkeit beeinträchtigt (etwa in d9), an anderen wird man eine Fortsetzung der Kurven in einen Nachbarbereich (z. B. der Strahlungskurven d6 in das Ultrarot) begrüßen oder gern eine Figur eingeschoben sehen (z. B. ein Schema der Elektronenbesetzung für das periodische System). Der Buchaufbau im ganzen ist aber so glücklich und der Inhalt so vielseitig, daß man die „Gasentladungs-Tabellen" bald zu den unentbehrlichen Nachschlagewerken zählen wird.

A. v. HIPPEL, z. Z. Kopenhagen.

Physikalische Mitteilungen.

Eine Wilsonkammer mit verlängerter Dauer des übersättigten Zustandes. Die relativ kurze Dauer des übersättigten Zustandes (etwa eine Zehntelsekunde) in der WILSONschen Nebelkammer bedeutet häufig eine Schwierigkeit, da sie zur Folge hat, daß man eine sehr große Zahl von Expansionen ausführen muß, wenn man seltene Elementarprozesse untersuchen will, wie Kernzertrümmerungen oder Wirkungen schwach aktiver Substanzen oder kosmischer Strahlungen. Im folgenden wird auf einen einfachen Kunstgriff hingewiesen, mit dem man die Dauer des übersättigten Zustandes auf ein Mehrfaches vergrößern kann. Ferner wird eine in Verbindung mit diesem Kunstgriff verwendbare Wilsonkammer beschrieben, welche sich durch sehr einfache Konstruktion und geringe Herstellungskosten auszeichnet und daher auch für Praktikumszwecke u. dgl. geeignet ist.

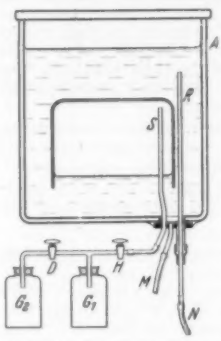
Die Dauer des übersättigten Zustandes wird im allgemeinen dadurch begrenzt, daß das abgekühlte Gas sich durch Leitung, Kondensationswärme und Strahlung wieder erwärmt. Diese Erwärmung kann man kompensieren, indem man nach Erreichung des günstigsten Übersättigungsgrades die Expansion langsam fortsetzt. Das geht natürlich nur kurze Zeit, da schließlich die Temperaturverteilung zu ungleichförmig wird. Immerhin wurde ohne Schwierigkeit eine Übersättigungszeit von etwa einer Sekunde erreicht; ohne die Nachexpansion betrug die Übersättigungszeit in derselben Kammer etwa 0,2 Sekunden. Durch diesen Kunstgriff wird also die nutzbare Dauer der Expansion und damit die Ausbeute an Bahnen etwa auf das Fünffache erhöht[1].

Die Kammer, mit der dieser Kunstgriff ausprobiert wurde, besitzt keinen Kolben, sondern den Boden des Expansionsvolumens bildet ein Flüssigkeitsspiegel, der bei der Expansion gesenkt wird. Um die Flüssigkeit nicht durch Röhren absaugen zu müssen (hoher Strömungswiderstand!), wurde folgender Weg eingeschlagen:

Ein Glasgefäß (pneumatischer Trog oder abgesprengtes Elementglas) mit als Deckel aufgekitteter Spiegelglasplatte ist bis *A* mit Flüssigkeit gefüllt (s. Figur). In dem Gefäß steht auf kleinen Stützen (nicht gezeichnet) eine Art Taucherglocke (mit Blei beschwerte Kristallisierschale). Zur Expansion wird durch das Rohr *S* ein Teil der Luft aus der Taucherglocke herausgesaugt; dabei steigt die Flüssigkeit in der Glocke hoch, und der Spiegel bei *A* sinkt entsprechend.

[1] J. A. BEARDEN [Physic. Rev. **45**, 758 (1934)] erreichte auch eine Übersättigungszeit von einer Sekunde. Einzelheiten sind aus der kurzen Mitteilung nicht zu entnehmen.

Das Heraussaugen der Luft geschieht durch Öffnen des Hahnes H, der die Glocke mit den vorher ausgepumpten Gefäßen G_1 und G_2 verbindet. Die beiden Gefäße sind durch einen Drosselhahn D (z. B. Glashahn mit ins Küken eingefeilten Rillen) verbunden. Durch diese einfache Einrichtung wird die oben beschriebene Nachexpansion erreicht: denn beim Öffnen des Hahnes H sinkt der Druck in der Kammer erst rasch, indem Druckausgleich mit G_1 eintritt, dann langsam, indem die Luft durch D in G_2 eindringt. Die Einstellung auf günstigstes Arbeiten erfolgt empirisch durch Verändern der Volumina G_1 und G_2 (durch Einfüllen von Wasser), des Strömungswiderstandes von D und des Druckes, auf den ausgepumpt wird.



Wilsonkammer, Vertikalschnitt, 1/5 nat. Gr. Die Hilfsgeräte H, D, G_1 und G_2 sind im Verhältnis etwa halb so groß gezeichnet.

Um die Kammer bei aufgekitteter Deckplatte füllen und entleeren zu können, sind weitere zwei Rohrstutzen vorgesehen. Durch M wird die Flüssigkeit eingefüllt, während die Luft durch das Glasrohr R entweichen kann, welches zu diesem Zwecke hochgeschoben wird. Nach Füllung auf die richtige Höhe werden die Schläuche bei M und N abgeklemmt und das Glasrohr R durch Herunterziehen unter die Flüssigkeitsoberfläche aus dem Expansionsraum entfernt.

Die Hauptexpansion nimmt etwa eine 1/8 Sekunde in Anspruch; bei schnellerer Expansion gerät die Flüssigkeit in zu heftige Schwankungen. Die Nachexpansion dauert etwa 2—3 Sekunden. Um mit kleinem Expansionsverhältnis auszukommen, wurde statt reinen Wasserdampfes ein Gemisch mit Alkoholdampf verwendet[1] (50proz. Äthylalkohol als Kammerflüssigkeit); dann genügt eine *Gesamt*expansion auf das 1,4fache.

Es ist sehr hübsch, wie man während der Expansion eine Bahn nach der anderen aufblitzen sieht, und man beobachtet öfters Gruppen von gleichzeitig aufleuchtenden Bahnen, die wahrscheinlich von der kosmischen Strahlung herrühren („showers").

Bei der langen Übersättigungsdauer erhebt sich die Frage nach dem günstigsten Zeitpunkt für die photographische Aufnahme. Am besten photographiert man eine Bahn natürlich unmittelbar nach ihrer Entstehung. Es wurde versucht, bei dauernder Beleuchtung der Kammer das Aufblitzen der Bahn durch eine Photozelle festzustellen und mittels eines Röhrenverstärkers zur Auslösung des photographischen Verschlusses zu benützen. Bei Alphastrahlen ging das tatsächlich; ob man auch die viel lichtschwächeren Betastrahlbahnen so erfassen kann, ist noch zweifelhaft.

Herrn Prof. P. M. S. Blackett, in dessen Institut (Birkbeck College, London) die beschriebenen Versuche ausgeführt wurden, möchte ich auch an dieser Stelle für seine stete Hilfsbereitschaft und viele wertvolle Diskussionen herzlichst danken. O. R. Frisch.

Jahresbericht der erdmagnetischen Abteilung der Carnegie Institution of Washington. (Annual report of the director of the department of terrestrial magnetism.) Der vorliegende Jahresbericht: 1. Juli 1932 bis 30. Juni 1933 — erstattet von dem Direktor J. A. Fleming — gibt auf seinen 50 Seiten ein lebendiges Bild von der äußerst vielseitigen Forschungstätigkeit dieses Instituts. Nach einem summarischen Überblick, der aber schon alles Wesentliche enthält, wird dann in verschiedenen Abschnitten ausführlicher über die Tätigkeit auf den einzelnen Forschungsgebieten berichtet. An erster Stelle wird auf die experimentellen und theoretischen Arbeiten im Institut selbst näher eingegangen. Diese Arbeiten beschäftigen sich nicht nur mit geophysikalischen Problemen, sondern in der richtigen Erkenntnis, daß zur erfolgreichen Weiterarbeit in der Geophysik, in den meisten Fällen spezielle physikalische Studien erforderlich sind, auch mit rein physikalischen Dingen. Von den theoretisch-geophysikalischen Untersuchungen seien besonders — als eigentliches Kernstück des Instituts — die erdmagnetischen hervorgehoben: Untersuchung der Verschiedenheit der erdmagnetischen Variation an ruhigen Tagen (Bartels), Zusammenhänge zwischen erdmagnetischen und allgemein kosmischen Erscheinungen (Bartels, Nish). Unter den experimentell-geophysikalischen Arbeiten sei neben den Untersuchungen über Luftelektrizität und Erdstrom besonders auf die von Peters hingewiesen, der im Laboratorium den Einfluß der mechanischen Deviation auf die erdmagnetischen Instrumente bei schwankendem Untergrund — Schiff — bearbeitet. Die experimentelle Forschung auf rein physikalischem Gebiet benutzt in der Hauptsache die im Institut vor einigen Jahren neu errichtete Höchstspannungsanlage zur Erforschung der Kernstruktur der Atome sowie zu weiteren Arbeiten über die Grundbausteine der Materie: Elektron, Neutron, Positron (Tuve, Hafstad, Dahl u. a. m.). Nebenher gehen Versuche zur Klärung der Grenze für die Messung extrem kleiner elektrischer Ströme (10^{-17} Amp.). Die theoretisch-physikalischen Arbeiten stammen in der Hauptsache aus der Feder von Breit und behandeln atomtheoretische Fragen.

Des weiteren folgt nun ein ausführlicher Bericht über die Tätigkeit außerhalb des Instituts. In erster Linie wird hierbei auf die erdmagnetischen Vermessungsarbeiten näher eingegangen sowie auf den Betrieb in den beiden Observatorien des Instituts Watheroo (30° Süd, 115° Ost) und Huancayo (12° Süd, 75° West). Die erdmagnetische Vermessung erstreckt sich teils in Zusammenarbeit mit anderen Instituten und Behörden auf Afrika, Asien, Australien, Nord- und Südamerika. Auf die rasche Auswertung des gewonnenen Materials wird großer Wert gelegt, vor allem auch auf die abschließende Bearbeitung der auf der letzten Fahrt der „Carnegie", des vor einigen Jahren leider durch einen Unfall vernichteten eisenfreien Schiffes des Instituts, gesammelten Beobachtungen. Die beiden Observatorien Watheroo und Huancayo wurden im Berichtsjahr durch eine Apparatur vervollkommnet, mit deren Hilfe nach Methoden von Tuve und Breit fortlaufend die Effektivhöhen der Heavisideschicht verfolgt werden können. Ferner wurden beide Observatorien im Rahmen des internationalen Polarjahres mit besonderen schnellregistrierenden erdmagnetischen Apparaten ausgerüstet (de la Cour). Besonders erwähnenswert ist noch die Tatsache, daß in Huancayo Versuche unternommen werden, den vertikalen Erdstrom zu registrieren. An beiden Observatorien war der normale Beobachtungsdienst für Meteorologie, Luftelektrizität, Erdmagnetismus, Erdstrom, in Huancayo auch für Seismik, ohne Störung in Gang. Während des Berichtsjahres treten zu diesen Arbeiten noch die Be-

[1] v. Droste, Z. Physik 84, 17 (1933).

teiligung des Instituts an der Errichtung und Erhaltung der beiden amerikanischen Polarstationen Point Barrow und College-Fairbanks, Alaska, ebenfalls im Rahmen des internationalen Polarjahres, hinzu.

Auf den erdmagnetischen Vermessungsfahrten der „Carnegie" wurden auch ozeanographische Arbeiten ausgeführt, deren Auswertung in Zusammenarbeit mit Professor SVERDRUP (Research Associate) zu interessanten Ergebnissen geführt hat. Die Verarbeitung der auf dieser Fahrt gemachten biologischen Sammlungen und Beobachtungen konnte ebenfalls weitgehend gefördert werden.

Den Schluß bildet eine Zusammenstellung der von Angehörigen und Mitarbeitern des Instituts veröffentlichten Arbeiten, teilweise mit referierender Inhaltsangabe sowie ein Verzeichnis des Personalbestandes des Instituts.

Die hiermit gegebene kurze Inhaltsangabe ist natürlich weit davon entfernt, vollständig zu sein. Vor allem verbietet es sich, auf die Zusammenarbeit mit anderen Observatorien und Körperschaften sowie auf die Beteiligung des Instituts oder einzelner Angehöriger an Ausstellungen, Versammlungen, Kongressen u. dgl. hier näher einzugehen. Gerade hierin zeigt sich jedoch mit am besten die Regsamkeit des wissenschaftlichen Lebens eines Instituts, und man kann nur feststellen, daß sich das wissenschaftliche Leben im Department of terrestrial magnetism auf recht erfreulicher Höhe befindet. G. FANSELAU.

Schweremessungen im Unterseeboot. (CASSINIS, GINO, I Resultati della crociera gravimetrica del R. Sommergibile „Vetor Pisani" e la gravitá in Italia; Atti della Societá Italiana per il progresso delle scienze. XXII Riunione-Bari, Ottobre 1933-XI, vol. II.)

In erfeulicher Weise mehrt sich die Zahl der Schweremessungen auf hoher See nach der Methode von VENING-MEINESZ. Nun hat auch Italien auf dem Unterseeboot „Vetor Pisani" der italienischen Kriegsmarine eine Kreuzung in den Gewässern zwischen Italien, Sizilien und Sardinien unternommen, und auf dieser Fahrt 88 Schwerestationen gewonnen. Bei dem Versuch einer Diskussion im Zusammenhang mit den Landstationen zeigte sich, daß das Netz der letzteren viel zu wenig dicht ist, weil unter den etwa 500 Stationen viele alte sind, die nicht mehr den heutigen Anforderungen entsprechen. Es konnten zu einer vorläufigen Diskussion zusammen mit den Meeresstationen nur 230 gebraucht werden. Es besteht nun der Plan, in den nächsten Zeiten die Messungen auf dem Meere auch auf das Adriatische, das Ägäische und das östliche Mittelmeer auszudehnen, während das westliche den französischen Geodäten bleibt. Dazu sollen noch etwa 300 Stationen auf dem Lande kommen, und die italienischen Geodäten hoffen auf der Internationalen Versammlung des Jahres 1937 ihre vollständigen Resultate vorlegen zu können.

Zur leichteren Berechnung der verschiedenen Reduktionen der Schwerebeobachtungen auf das Meeresniveau wurden Tafeln gerechnet, welche vorläufig nur autographisch reproduziert wurden, dann aber zusammen mit der von der Coast and Geodetic Survey berechneten Tafel der Bruns-Bowie-Korrektion in definitiver Form erscheinen werden. A. PREY.

Neue Bestimmung der Gravitationskonstante. (HEYL, PAUL R., A. Redetermination of the Constant of Gravitation. Bureau of Standards Journal of research, vol. 5.)

Die Schrift enthält eine neue Bestimmung der Gravitationskonstante mit der Torsionswaage im Vakuum nach der von BRAUN verwendeten Methode der Schwingungszeiten. Ein wesentlicher Unterschied gegen diese frühere Bestimmung besteht darin, daß die großen Massen (60 kg) eine zylindrische Form erhalten haben, was nicht nur ihre Herstellung, sondern auch die Messung ihrer Position bedeutend erleichtert. Allerdings wird dadurch die Reduktionsmethode nicht unerheblich weitläufiger, aber diese Schwierigkeit wird auf die „breiten Schultern des Mathematikers" überwälzt. Das Schlußresultat ist $6{,}670 \cdot 10^{-8}$ CGS.

Die kleinen Gewichte waren bei den verschiedenen Versuchen Kugeln aus Gold, Platin und Glas. Es ergaben sich dabei kleine Unterschiede, die aber nach dem Ergebnis einer genauen Prüfung mit der Eötvös-Waage jedenfalls nicht von den Materialunterschieden herrühren können. A. PREY.

Die Photographie im Dienste der paläontologischen Wissenschaft[1]. Die Photographie hat im wesentlichen zwei Ziele, nämlich erstens die direkten Beobachtungen möglichst genau festzuhalten (z. B. zwecks Herstellung reproduktionsfähiger Abbildungen an Stelle der häufig üblichen Zeichnungen), und zweitens darüber hinaus mit Hilfe eigener Methoden neue Erkenntnisse zu vermitteln. Im ersten Falle hat man mit Hilfe geeignet sensibilisierter photographischer Materialien und geeigneter Beleuchtung (geeignet in bezug auf Farbe des Lichtes und Richtung des auffallenden Lichtes) von dem gegebenen Objekt sog. tonwertrichtige Bilder herzustellen, unter Umständen auch Bilder, die besonders interessierende Details deutlicher zeigen, als sie das Auge sieht. In geeigneten Fällen ist die Buntaufnahme anzuwenden. Die wichtigere zweite Aufgabe gelingt immer dann, wenn das Bild nicht die gleichen Kontrastabstufungen aufweist, die das Auge sieht, sondern andere Tonwerte und damit unter Umständen neue Einzelheiten zeigt. Hierzu ist grundsätzlich die Verwendung unsichtbarer Strahlen erforderlich, d. h. also, es kommen Aufnahmen im Infrarot, im Ultraviolett (einschließlich Aufnahmen im Fluoreszenzlicht) und im Röntgenlicht in Betracht. Von diesen Methoden führt die Röntgenuntersuchung, sofern sie in geeigneter Weise durchgeführt wird, im vorliegenden Falle zu den wichtigsten neuen Erkenntnissen. Alle diese photographischen Methoden haben den Vorteil, daß sie eine Erforschung des Untersuchungsobjektes ermöglichen, ohne daß dieses in irgendeiner Weise beschädigt oder gar zerstört wird.

Die Erfolge, die die Photographie nach den verschiedenen angegebenen Methoden im Dienste der paläontologischen Forschung zu erzielen vermag, wurden an zahlreichen praktischen Beispielen demonstriert. J. EGGERT.

[1] Nach einem Vortrag, gehalten bei der 93. Versammlung der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte in Hannover, September 1934.

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. Dr. ARNOLD BERLINER, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamer A.-G. in Leipzig.